

NGU Rapport 2010.038

PCB fra lokale kilder på Svalbard –
overflatejord og produkter 2007-2009

Rapport nr.: 2010.038		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: PCB fra lokale kilder på Svalbard – overflatejord og produkter 2007-2009			
Forfatter: Morten Jartun, Ola A. Eggen og Rolf Tore Ottesen		Oppdragsgiver: Sysselmannen på Svalbard og Klima- og forurensningsdirektoratet	
Fylke:		Kommune:	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 55 Kartbilag:	Pris: Kr. 170,-
Feltarbeid utført: 2007-2009	Rapportdato: August 2010	Prosjektnr.: 331500	Ansvarlig: <i>Malin Andersson</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>NGU har i samarbeid med Sysselmannen på Svalbard (SMS) og Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) studert innholdet av polyklorerte bifenyler (PCB) i jord, sedimenter og bygningsmaterialer i samtlige bosetninger på Svalbard. Til sammen er det samlet inn 1019 prøver fra Barentsburg, Bjørnøya, Colesbukta, Fuglehukens fyr, Grumantbyen, Hopen, Hornsund, Isfjord radio, Longyearbyen, Ny-Ålesund, Pyramiden og Svea. Resultatene viser at overflatejord i Barentsburg og Pyramiden er meget sterkt forurenset sammenlignet med de andre bosetningene, og konsentrasjonene er også høye i forhold til tilsvarende undersøkelser på fastlandet. Avflassende PCB-holdig maling og gamle kondensatorer med PCB-olje ser ut til å være de viktigste lokale PCB-kildene. PCB ble påvist i ett eller flere prøvemedia fra alle bosetninger unntatt Hopen, Hornsund og Svea.</p> <p>Resultatene for maling viser at 60 % av eksisterende bygningsmasse i Barentsburg og Pyramiden inneholder PCB i ett eller flere typer materialer. I Longyearbyen finnes spor av PCB i 15 % av bygningene, enten i utendørs maling eller betong.</p> <p>Det er utført grove estimater på mengden PCB som finnes i overflatejord på Svalbard basert på gjennomsnittskonsentrasjoner av PCB₇, egenvekt av jord på 1,5 g/cm³ og en jorddybde på 20 cm. I Barentsburg kan det i så fall ligge så mye som 300 kg ren PCB₇ per km². Tilsvarende mengde i Pyramiden er 430 kg/km² og i Longyearbyen 3 kg/km². Dette er grove overslag, men er gjort basert på det beste empiriske grunnlaget som eksisterer i dag. Overflatejorda i bosetningene er svært tilgjengelig for spredning til det marine miljø ved overflateavrenning, snøsmelting, samt vind- og bølgeerosjon.</p> <p>Samarbeidet i PCB-prosjektet har omfattet flere norske forsknings- og forvaltningsinstitusjoner samt det russiske gruveselskapet Trust Arktikugol. Tiltaksplaner for å få samlet inn PCB-holdig avfall har blitt satt i gang, og en detaljert plan for å fjerne rundt 2000 små PCB-holdige kondensatorer i Barentsburg og Pyramiden er et viktig steg i riktig retning. Videre planer for aktsomhet rundt forflytting av overflatemasser, spesielt i de russiske bosetningene Barentsburg og Pyramiden med svært høye konsentrasjoner av PCB, samt sikker deponering av forurenset jord og bygningsavfall er satt i gang.</p>			
Emneord: Svalbard	PCB	Jord	
Produkter	Miljøkartlegging	Lokale kilder	
Forurensning			

Innhold

1	English abstract	6
2	Hovedresultater 2007-2009: PCB fra lokale kilder på Svalbard.....	7
3	Bakgrunn og formål	10
3.1	Det tverrfaglige PCB-prosjektet i 2009	10
3.2	Bakgrunnsprøver og deponier	11
4	Metoder	12
4.1	Prøvetaking	12
4.2	Kjemiske analyser.....	13
4.3	Jordforurensning.....	15
5	Resultater fra bosetningene	16
5.1	BARENTSBURG	17
5.2	BJØRNØYA METEOROLOGISKE STASJON	23
5.3	COLESBUKTA.....	24
5.4	FUGLEHUKEN FYR.....	25
5.5	GRUMANTBYEN	26
5.6	HOPEN RADIO	27
5.7	HORNSUND FORSKNINGSTASJON.....	28
5.8	ISFJORD RADIO.....	29
5.9	LONGYEARBYEN	30
5.10	NY-ÅLESUND.....	34
5.11	PYRAMIDEN.....	36
5.12	SVEAGRUVA	39
6	Kondensatoroljer	40
7	Estimat – mengde PCB i overflatejord.....	42
7.1	Barentsburg.....	42
7.2	Pyramiden	42
7.3	Longyearbyen	42
8	PCB-profiler	44
8.1	Barentsburg.....	46
8.2	Colesbukta	47
8.3	Longyearbyen	48
8.4	Pyramiden.....	49
9	Konklusjoner – tiltak – anbefalinger.....	50
10	Referanser.....	51
	VEDLEGG: PCB i små kondensatorer	54

1 English abstract

Geological Survey of Norway (NGU) has, together with the Governor of Svalbard and the Climate- and Pollution Agency, studied the content of polychlorinated biphenyls (PCBs) in soil, sediments and building materials in all settlements on Svalbard. 1019 samples have been collected and analyzed from the settlements of Barentsburg, Longyearbyen, Pyramiden, Ny-Ålesund, Svea, Grumant, Coles Bay, Isfjord radio, Hornsund, Fuglehuken fyr, Hopen and Bjørnøya. Results show that the surface soils in Barentsburg and Pyramiden are heavily contaminated compared to the other settlements, also compared to similar studies on the mainland. Flaking paint and capacitor oil seem to be the two most important sources of PCBs in the local environment of these settlements. PCBs have been detected in all settlements except Svea, Hopen and Hornsund.

The paint results indicate that 60 % of the existing buildings in Barentsburg and Pyramiden contain PCB in one or several materials and samples. In Longyearbyen, 15 % of the buildings contain traces of PCBs in exterior paint or concrete.

Crude estimates on the total amount of PCBs in surface soils on Svalbard have been calculated based on mean values of PCB₇, a soil density of 1.5 g/cm³ and an available soil depth of 20 cm. In Barentsburg the estimate amounts to about 300 kg of PCB₇ per square kilometer. The same calculation in Pyramiden indicates 430 kg/km², and in Longyearbyen 3 kg/km². These are rough estimates. The surface soils in the settlements of Svalbard are available for dispersion to the marine environment by the means of surface runoff, melt water, wind- and wave erosion.

Throughout this PCB-project, the cooperation with the Russian mining company Trust Arktikugol has been excellent, and action plans for remediation and waste clean-up have been initiated. A detailed plan for removing about 2000 small, PCB-containing, capacitors in Barentsburg and Pyramiden seem to be the most important step in this phase. Further plans for raising awareness on the transport and deposition of polluted soil and building waste have been initiated.



2 Hovedresultater 2007-2009: PCB fra lokale kilder på Svalbard

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har, i samarbeid med Sysselmannen på Svalbard (SMS) og Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif), i løpet av tre feltsesonger (2007-2009) studert innholdet av polyklorerte bifenyler (PCB) i jord og bygningsmaterialer i samtlige bosetninger på Spitsbergen. I dette prosjektet er det samlet inn 1019 prøver av jord, maling, betong, bekkesediment, små kondensatorer og en samlekategori vi har kalt "annet" som omfatter bl.a. olje, flislim, isolasjonsmaterialer og plast. Innholdet av PCB er per januar 2010 blitt bestemt i 955 av prøvene. I tillegg har SMS og Klif i samarbeid med det russiske gruveselskapet Trust Arktikugol samlet inn over 1000 små (PCB-holdige) kondensatorer fra Barentsburg og Pyramiden for forsvarlig sluttbehandling.

I 2007 ble prosjektet innledet med en prøveinnsamling av jord og bygningsmaterialer fra de tre største bosetningene Longyearbyen, Barentsburg og Pyramiden. Resultatene viste at overflatejorda i de to russiske bosetningene var sterkt kontaminert med PCB sammenlignet med Longyearbyen, og også sammenlignet med kartlegginger fra norske byer på fastlandet. Undersøkelsen viste at avflassende maling og elektrisk avfall (bl.a. små kondensatorer) var hovedkilden til PCB, i tillegg til ulike typer avfall som lå i åpent terreng, også sjønært. I 2008 ble PCB-prosjektet utvidet til å omfatte prøvetaking av de samme materialene i samtlige nåværende og tidligere bosetninger på Svalbard: Ny-Ålesund, Svea, Grumant, Colesbukta, Isfjord radio, Fuglehuken fyr, stasjonene på Hornsund, Hopen og Bjørnøya. Det ble påvist PCB i én eller flere materialer i alle bosetninger unntatt Svea, Hopen og Hornsund.

Etter at resultatene fra 2007 og 2008 viste til dels svært høye konsentrasjoner av PCB i lokal jord og lokale kilder i bosetningene på Svalbard, bestemte SMS, Klif og NGU seg for å studere Longyearbyen, Barentsburg og Pyramiden i detalj. Sommeren 2009 ble derfor en utfyllende prøvetaking på disse stedene gjennomført for å få et helhetlig bilde av forurensningssituasjonen. Det finnes nå PCB-data fra én eller flere prøver av bygningsmaterialer fra samtlige bygninger i Barentsburg og Pyramiden i tillegg til de aller fleste i Longyearbyen. Vi valgte bl.a. å utelate de aller nyeste bygningene i Lia og Gruvedalen sørøst for sentrum av Longyearbyen. Resultatene viser at ca. 60 % av bygningene i Barentsburg og Pyramiden har én eller flere bygningsmaterialer som inneholder PCB. I Longyearbyen fant vi spor av PCB i ca. 15 % av bygningene. Konsentrasjonen av PCB₇ (de 7 vanligste PCB-kongenerne, IUPAC-no. 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) i overflatejord inne i bosetningene er vesentlig høyere i de russiske bosetningene sammenlignet med de norske, og også høyere enn hva som er påvist i tilsvarende undersøkelser på fastlandet. Grove estimerer basert på aritmetisk gjennomsnittskonsentrasjon av PCB₇ viser at det i de 20 øverste cm av jorda kan ligge ca. 300 kg PCB₇ per km² i Barentsburg og ca. 430 kg PCB₇ per km² i Pyramiden. Tilsvarende estimat for Longyearbyen og Svalbard generelt er henholdsvis 3,3 kg PCB₇ per km² og 1 kg PCB₇ per km². Dette er jord som er tilgjengelig for spredning via overflateavrenning med bekker og smeltevann, samt vind- og bølgeerosjon. Tabell 1 - Tabell 3 viser en oversikt over resultatene fra tre års undersøkelser av PCB i jord og bygningsmaterialene maling og betong på Svalbard.

Detaljerte beskrivelser fra miljøundersøkelsene utført i 2007, 2008 og 2009 er gitt i NGU-rapporter fra de respektive årene (Jartun m.fl., 2007; Eggen og Ottesen, 2008; Eggen m.fl., 2008; Jartun m.fl., 2009).

I tabellene er det angitt antall prøver innenfor hver kategori, aritmetisk gjennomsnittskonsentrasjoner, medianverdier og konsentrasjonsspredningen (min-max). I tillegg har vi inkludert en kategori hvor vi har sett på forholdet mellom medianverdien funnet i hver enkelt bosetning og for hele datasettet samlet. Dette gir en indikasjon på forurensningsgraden i den enkelte bosetningen. For resultater under deteksjonsgrensen, er det i statistikken benyttet halve deteksjonsgrensen.

Tabell 1. Oversikt over konsentrasjonen av PCB₇ (mg/kg) i overflatejord fra bosetningene på Svalbard

JORD					
Sted	Antall prøver <i>N</i>	Aritm. snitt <i>PCB₇ (mg/kg)</i>	Median <i>PCB₇ (mg/kg)</i>	Min – max <i>PCB₇ (mg/kg)</i>	Median_{bosetn} / Median_{total}
<i>Totalt</i>	369	0,677	0,046	<0,004-28,7	-
Barentsburg*	127	0,992	0,217	<0,02 - 28,7	4,7
Bjørnøya	9	0,026	<0,02	<0,02 - 0,121	0,21
Colesbukta	13	0,365	0,025	<0,02 - 1,89	0,54
Fuglehuken fyr	1	0,039	0,039	0,039	0,85
Grumant	5	<0,02	<0,02	<0,02	0,21
Hopen	1	<0,02	<0,02	<0,02	0,21
Hornsund	1	<0,02	<0,02	<0,02	0,21
Isfjord radio	16	<0,02	<0,02	<0,02	0,21
Longyearbyen*	79	0,011	<0,02	<0,004 - 0,130	0,21
Ny-Ålesund*	20	0,011	<0,02	<0,004 - 0,042	0,21
Pyramiden*	83	1,40	0,290	<0,004 - 18,4	6,3
Svea	14	<0,02	<0,02	<0,02	0,21

*Lavere deteksjonsgrense i 2007 (<0,004 mg/kg)

Tabell 2. Oversikt over konsentrasjonene av PCB₇ (mg/kg) i maling fra bosetningene på Svalbard

MALING

Sted	Antall prøver N	Aritm. snitt PCB ₇ (mg/kg)	Median PCB ₇ (mg/kg)	Min – max PCB ₇ (mg/kg)	Median _{bosetn} / Median _{total}
<i>Totalt</i>	305	20,9	0,175	<0,004-3520	-
Barentsburg*	105	41,5	0,520	0,020 – 3520	3,0
Bjørnøya	12	<0,35	<0,35	<0,35 – 0,690	1,0
Colesbukta	5	35,2	1,40	<0,35 – 160	8,0
Fuglehuken fyr	2	<0,35	<0,35	<0,35	1,0
Grumant	13	0,921	<0,35	<0,35 – 4,7	1,0
Hopen	5	<0,35	<0,35	<0,35	1,0
Hornsund	1	<0,35	<0,35	<0,35	1,0
Isfjord radio	6	1,21	1,30	<0,35 – 2,20	7,4
Longyearbyen*	60	0,221	<0,35	0,005 – 1,10	1,0
Ny-Ålesund	12	<0,35	<0,35	<0,35	1,0
Pyramiden*	83	21,7	0,536	<0,004 – 1290	3,1
Svea	1	<0,35	<0,35	<0,35	1,0

*Lavere deteksjonsgrense i 2007 (<0,004 mg/kg)

Tabell 3. Oversikt over konsentrasjonene av PCB₇ (mg/kg) i betong fra bosetningene på Svalbard

BETONG

Sted	Antall prøver N	Aritm. snitt PCB ₇ (mg/kg)	Median PCB ₇ (mg/kg)	Min – max PCB ₇ (mg/kg)	Median _{bosetn} / Median _{total}
<i>Totalt</i>	122	0,149	0,01	<0,004-7,09	-
Barentsburg*	50	0,303	0,025	<0,004 – 7,09	1,3
Bjørnøya	-	-	-	-	-
Colesbukta	-	-	-	-	-
Fuglehuken fyr	-	-	-	-	-
Grumant	-	-	-	-	-
Hopen	1	<0,02	<0,02	<0,02	1,0
Hornsund	2	<0,02	<0,02	<0,02	1,0
Isfjord radio	1	<0,02	<0,02	<0,02	1,0
Longyearbyen*	18	0,016	0,010	<0,004 – 0,081	1,0
Ny-Ålesund	6	<0,02	<0,02	<0,02	1,0
Pyramiden*	44	0,058	0,010	<0,004 – 0,724	1,0
Svea	-	-	-	-	-

*Lavere deteksjonsgrense i 2007 (<0,004 mg/kg)

3 Bakgrunn og formål

Økotoksikologiske undersøkelser har tidligere påvist høye konsentrasjoner av PCB i biologisk materiale på Svalbard. Spesielt predatorer som isbjørn, på toppen av næringskjeden, har akkumulert høye konsentrasjoner av PCB (Bernhoft m.fl., 2000; Lie m.fl., 2003). Det er imidlertid store individuelle variasjoner i PCB-nivå hos isbjørnindivider, noe som kan skyldes kjønn, alder, fødevalg, reproduksjonsstatus, ernæringsstatus og utbredelse (Bernhoft m.fl., 2000; Henriksen m.fl., 2001; Verreault m.fl., 2005). En oppsummering av biologiske og økotoksikologiske undersøkelser på Svalbard kan leses i samlerapporten "PCB på Svalbard – kunnskaps- og forvaltningsstatus april 2008" (Sysselmannen på Svalbard, 2008).

PCB som er transportert langveisfra via luft- og havstrømmer har lenge vært antatt å være den viktigste forklaringen på de nivåene av PCB man finner i ulike medier som luft, jord og vann i arktiske strøk (Skotvold og Savinov, 2003; AMAP, 2004a; Kallenborn m.fl., 2007; Carroll m.fl., 2008). Dette er således også den mest aksepterte forklaringen på kilden til de nivåene av PCB som er funnet oppkonsentrert i næringskjedene på Svalbard (AMAP, 2004a).

I 2005 gikk det en stor flom gjennom den nedlagte gruvebosetningen Pyramiden, som vasket med seg store mengder overflatejord til sjøen. Akvaplan-niva dokumenterte i sine undersøkelser en økning i PCB-konsentrasjonen i marine sedimenter utenfor Pyramiden fra 1998 til 2005. De antydte at en lokal, aktiv kilde på land kunne forårsake denne økningen (Evenset m.fl., 2006; Evenset m.fl., 2009). I tillegg påviste de høye konsentrasjoner av miljøgifter, bl.a. PCB og DDT, utenfor Barentsburg sammenlignet med andre områder på Svalbard. Klif og Sysselmannen på Svalbard engasjerte så NGU til å lete etter lokale PCB-kilder på land inne i bosetningene på Svalbard. Disse detaljerte undersøkelsene ble gjennomført i perioden 2007-2009.

3.1 Det tverrfaglige PCB-prosjektet i 2009

Tre års kartlegging av PCB i ulike materialer på Svalbard, med ca. 1000 prøver i databasen, har vist at det spesielt i de russiske bosetningene Barentsburg og Pyramiden har blitt brukt PCB i stor utstrekning i bl.a. fasademaling og i elektriske installasjoner. PCB lekker ut fra disse produktene og havner i første rekke i lokal overflatejord. Denne jorda er lett tilgjengelig for videre spredning i vår- og sommerhalvåret, spesielt ved flom og snøsmelting. Avrenning fører partikler med PCB videre til det marine miljøet. En rekke forskningsinstitusjoner har bidratt til å studere denne "transportkjeden" for PCB fra kilde (bygningmaterialer) til mottaker (marine sedimenter og biota som for eksempel fisk). PCB-prosjektet ble opprinnelig initiert av Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) og Sysselmannen på Svalbard. Norges geologiske undersøkelse (NGU) har planlagt, utført og rapportert kartleggingen av overflatejord og bygningmaterialer. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har fulgt spredningen av sedimenter fra bosetningene Barentsburg og Pyramiden i elver som renner nær bebyggelsen. De har målt vannføring og sedimentkonsentrasjon og videre beregnet seg fram til sedimenttransporten. Ut fra enkelte analyser av PCB i aktivt sediment i disse elvene

kan vi få et estimat på hvor mange gram PCB som fraktes fra en enkelt bekk/elv til sjøen på ett år. Akvaplan-niva har tidligere (bl.a. Evenset m.fl., 2006) samlet inn marine sedimenter og biologisk materiale i fjordene på Svalbard, og oppdaget i 2005 en økning av PCB-innholdet utenfor bl.a. Pyramiden og Barentsburg, som kunne tyde på en aktiv kilde på land. Dette dannet utgangspunktet for PCB-prosjektet fra 2007-2009. Akvaplan-niva deltok også i det tverrfaglige toktet i 2009, hvor vi fulgte transporten av PCB fra land til sjø, ved å samle inn ytterligere prøver av marine sedimenter utenfor Pyramiden, Barentsburg, Longyearbyen og Grumantbyen/Colesbukta. Universitetscenteret på Svalbard (UNIS) har også hatt en sentral del i siste del av prosjektet ved å sette ut luftprøvetakere i Barentsburg og Longyearbyen for å se på konsentrasjonen av PCB i lufta inne i bosetningene. I tillegg har prosjektet hatt et godt samarbeid med det russiske gruveselskapet Trust Arktikugol i Barentsburg og forskere fra NPO Typhoon i Russland.

3.2 Bakgrunnsprøver og deponier

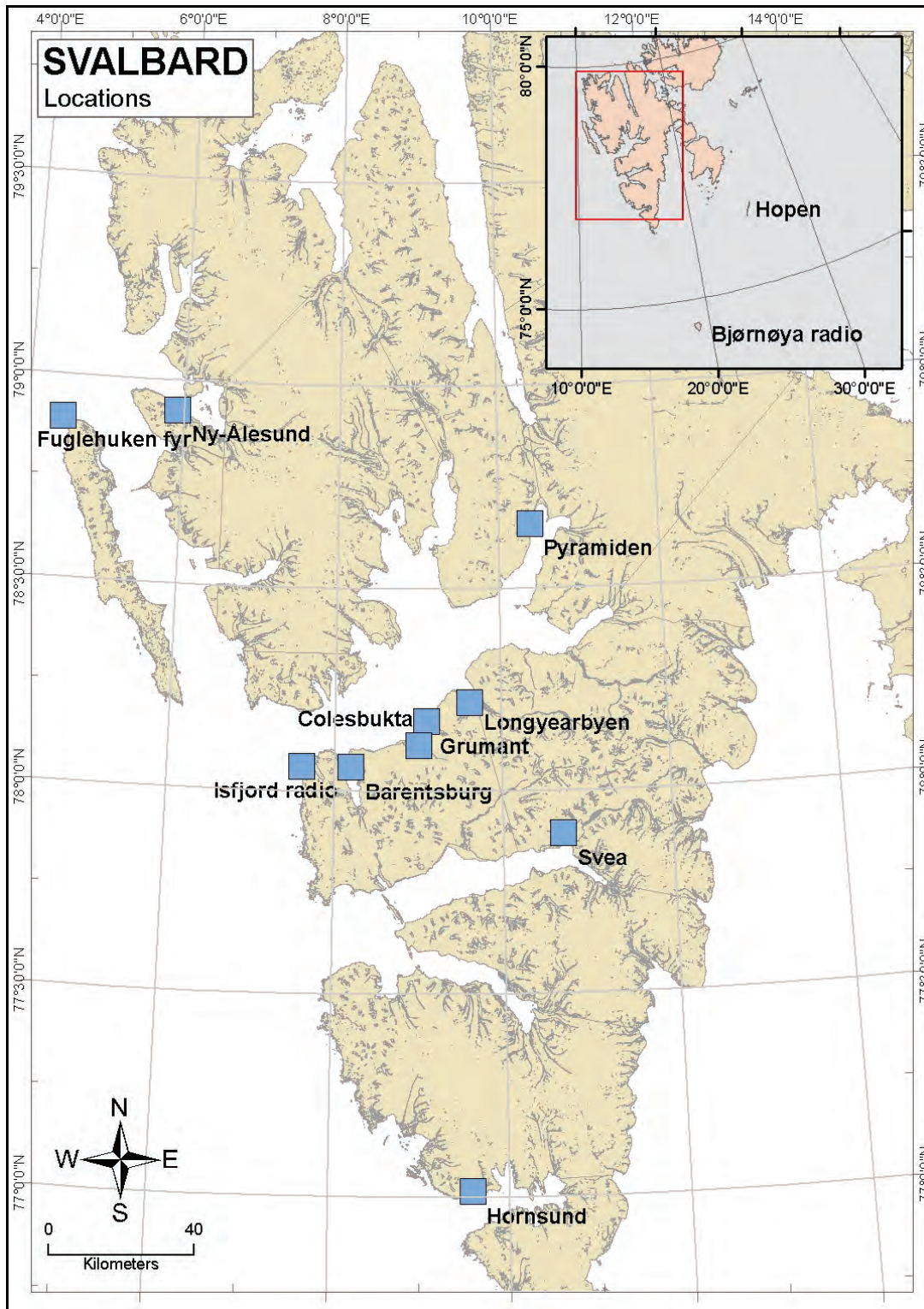
I løpet av prøvetakingstoktet i 2009 ble det samlet inn 24 prøver fra 4 ulike lokaliteter (Selvågen, St.Johnsfjorden, Poolepynten og Müllerneset) langt unna bosetningene, for å få et mål på PCB-innholdet i mer eller mindre upåvirket jord. Jorda som ble samlet inn var fra 0-20 cm dyp. Resultatene er presentert i nærmere detalj i NGU-rapport 2010.029 (Eggen m.fl., 2010b).

Toktet i 2009 omfattet også en prøvetaking av overflatejord fra utvalgte deponier og gruvetipper på Svalbard, bl.a. i Bjørndalen (Longyearbyen), ved Gruve 7 (Longyearbyen), ved Heerodden (Barentsburg), sør for sentrum i Barentsburg, deponi i elvedelta i Pyramiden og ved Isfjord radio. Disse resultatene er presentert i detalj i NGU-rapport 2010.028 (Eggen m.fl., 2010a).

4 Metoder

4.1 Prøvetaking

Figur 1 viser en oversikt over lokaliteter hvor vi har foretatt prøvetaking av jord og/eller bygningsmaterialer på Svalbard.



Figur 1. Prøvelokaliteter på Svalbard; PCB i jord og bygningsmaterialer 2007-2009.

Det er i løpet av 2007-2009 blitt samlet inn prøver fra flere typer materialer, som overflatejord, maling, betong og elektriske kondensatorer. Maling ble skrapet fra bygningsfasader, fortrinnsvis fra flassende maling. For hver lokalitet ble det samlet inn et antall malingsprøver som så langt som mulig kunne gjenspeile variasjonen av typer maling på det aktuelle bygget (Figur 2). Det ble samlet inn prøver av betong av bygningene ved å knakke av biter med en liten hammer der det var mulig, for eksempel fra hjørner av grunnmur eller trapper. Overflatejord (0-2 cm) ble samlet inn spredt jevnt utover bosetningene.



Figur 2. Prøvetaking av jord og maling.

4.2 Kjemiske analyser

Alle prøver ble sendt til ALcontrol AB sitt akkrediterte laboratorium i Linköping i Sverige for kjemisk analyse for PCB₇. Prøver av jord, maling og betong fra 2007 ble alle analysert med GC-ECD (gasskromatografi med elektronfangingsdetektor) for bestemmelse av PCB. I 2008 og 2009 ble jordprøvene analysert ved hjelp av GC-ECD, mens malingsprøvene og betongprøvene ble bestemt ved hjelp av GC-MS (gasskromatografi med massespektrometri). De analytiske metodene baserer seg blant annet på Nordtest technical report 329 (Karstensen m.fl., 1997) som i Norge er en vel anvendt metode for å analysere PCB, samt den svenske standarden SS-EN 11465. Generelt gir GC-ECD lavere deteksjonsgrense for prøvematerialet fra Svalbard, men GC-MS gir bedre nøyaktighet for å skille de ulike PCB-kongenerne.

Analyseusikkerheten er gitt i Tabell 4. Generelt vil den største usikkerheten ligge i valget man gjør i felt, hvor man setter spaden, hvor stort prøvevolumet er, samt hva som kommer med under innveing av en "representativ" prøve i laboratoriet. Et lite malingsflak som inneholder PCB er nok til å gi høye konsentrasjoner av PCB i en jordprøve, selv om laboratoriet veier inn ca. 5-10 g materiale.

Tabell 4. Prosentvis analyseusikkerhet fra laboratoriet

	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 153	PCB 138	PCB 180
GC/MS	20 %	15 %	15 %	15 %	15 %	30 %	15 %
GC/ECD	35 %	25 %	30 %	40 %	35 %	40 %	40 %
GC/MS fuge	Analyseusikkerhet for PCB-total oppgitt til 20 %						



Figur 3. Overflatejord er blitt samlet inn fra områder som omfatter innslag av antropogen aktivitet.

4.3 Jordforurensning

Overflatejordas innhold av PCB kan beskrives ved hjelp av tilstandsklasser utviklet av Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) bl.a. på bakgrunn av empiriske data fra NGU, Folkehelseinstituttet, Bioforsk og Aquateam. Tilstandsklassene benyttes bl.a. til å sette grenser for hvilke konsentrasjoner av ulike miljøgifter som kan aksepteres ved ulik arealbruk. Tabell 5 viser konsentrasjonen av PCB₇ for de ulike tilstandsklassene (Hansen og Danielsberg, 2009).

Tabell 5. Tilstandsklasser for jord, innhold av PCB₇

<i>(Hansen og Danielsberg, 2009)</i>	Beskrivelse	PCB ₇ (mg/kg)
Tilstandsklasse 1	Meget god	<0,01
Tilstandsklasse 2	God	0,01 – 0,50
Tilstandsklasse 3	Moderat	0,50 – 0,70
Tilstandsklasse 4	Dårlig	0,70 – 4,4
Tilstandsklasse 5	Svært dårlig	4,4 - 50

5 Resultater fra bosetningene

I dette kapitlet er resultatene fra PCB-kartleggingen presentert for hver enkelt bosetning, se også samletabeller Tabell 1 – 3.



Figur 4. Innsamling av jord og sedimenter i nedkant av Grumantbyen. Her ligger det en del avfall i bølgeerosjonssonen, men det er ikke påvist PCB i jordprøvene herfra. Det er imidlertid påvist PCB i malingen fra bygningene.

5.1 BARENTSBURG



Figur 5. Bilder fra prøvetaking i Barentsburg 2007-2009.

Barentsburg er en russisk gruveby der kullutvinning fortsatt pågår. Det var nederlenderne som først begynte kullgravedrift på 1920-tallet, men solgte det til Sovjetunionen i 1932. Stedet har ca. 500 innbyggere, for det meste ukrainske gruvearbeidere. Hovedarbeidsgiver i Barentsburg er det russiske gruveselskapet Trust Arktikugol.

I Barentsburg er det påvist høye konsentrasjoner av PCB i overflatejord og i produkter som maling og kondensatorer. Nivåene er til dels svært høye sammenlignet med andre undersøkelser, for eksempel fra fastlandet. Konsentrasjonen av PCB₇ er målt til over 11 % (110 000 mg/kg) i små kondensatorer, og PCB₇ opp til 3500 mg/kg i maling. Totalt er det påvist PCB i 70 % av bygningene i Barentsburg (maling- og betongprøver). I tillegg er det påvist PCB i 93 % av jordprøvene (118 av 127). Nivåene i overflatejorda er lavere enn i malingen, men dels svært høy sammenlignet med undersøkelser av overflatejord på fastlandet (se bl.a. Eggen m.fl., 2006; Jartun og Volden, 2006) og i de norske bosetningene på Svalbard.

Overflatejorda i Barentsburg ligger i hovedsak i tilstandsklasse 2 (God), men også ofte i de høyere tilstandsklassene 3-5 (Moderat – Svært dårlig), se Tabell 5. Figur 7-10 viser fordelingen av PCB i overflatejord og bygninger fra Barentsburg.

Tabell 6 viser hvor stor andel prøver som faller innenfor de ulike tilstandsklassene (Tabell 5) i Barentsburg. Medianverdien for PCB₇ i overflatejord i Barentsburg er 0,217 mg/kg, mens gjennomsnittet trekkes opp av enkelte svært høye konsentrasjoner og ligger på 0,992 mg/kg.

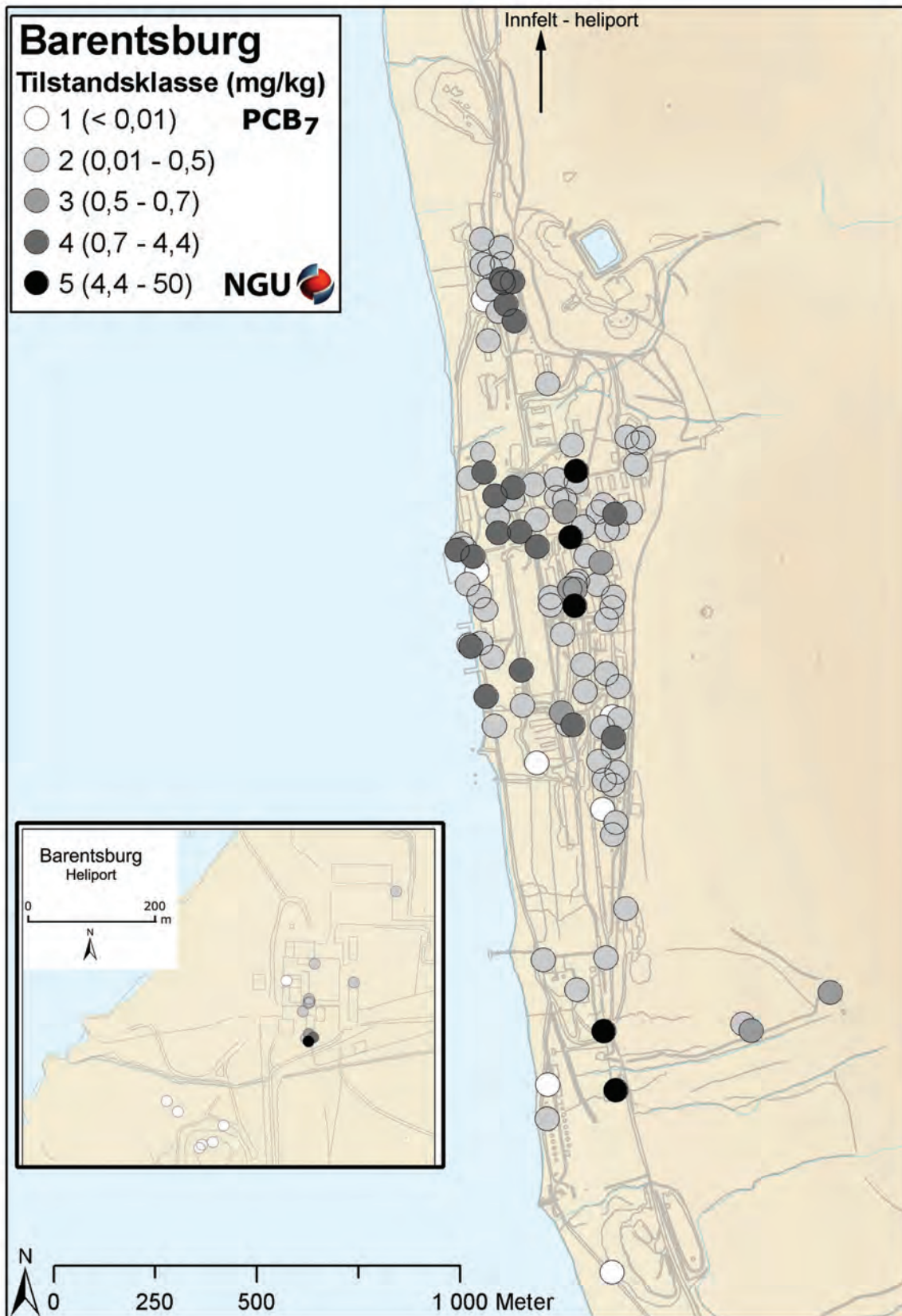
Tabell 6. Fordeling av jordprøver på tilstandsklasser (PCB₇) i Barentsburg.

<i>(Hansen og Danielsberg, 2009)</i>	Andel prøver fra Barentsburg
Tilstandsklasse 1	7 %
Tilstandsklasse 2	63 %
Tilstandsklasse 3	7 %
Tilstandsklasse 4	18 %
Tilstandsklasse 5	5 %

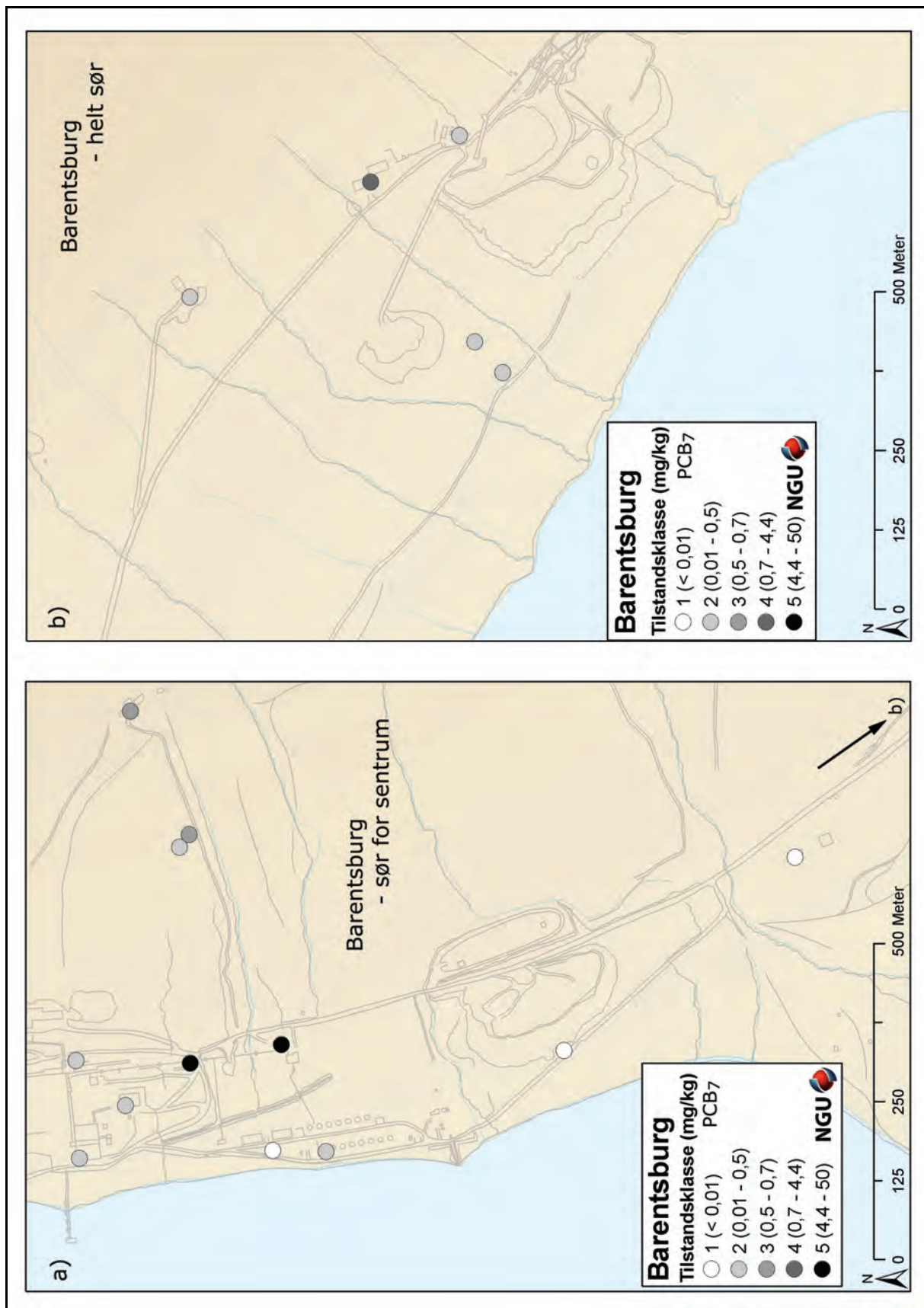
Kartene viser at PCB finnes i hele det kartlagte området, og at det er svært vanskelig å avgrense bestemte arealer hvor tilstanden er verre eller bedre. Oversikten over bygninger viser også at PCB-kontaminerte bygninger finnes i hele området, se eksemplet i Figur 6.



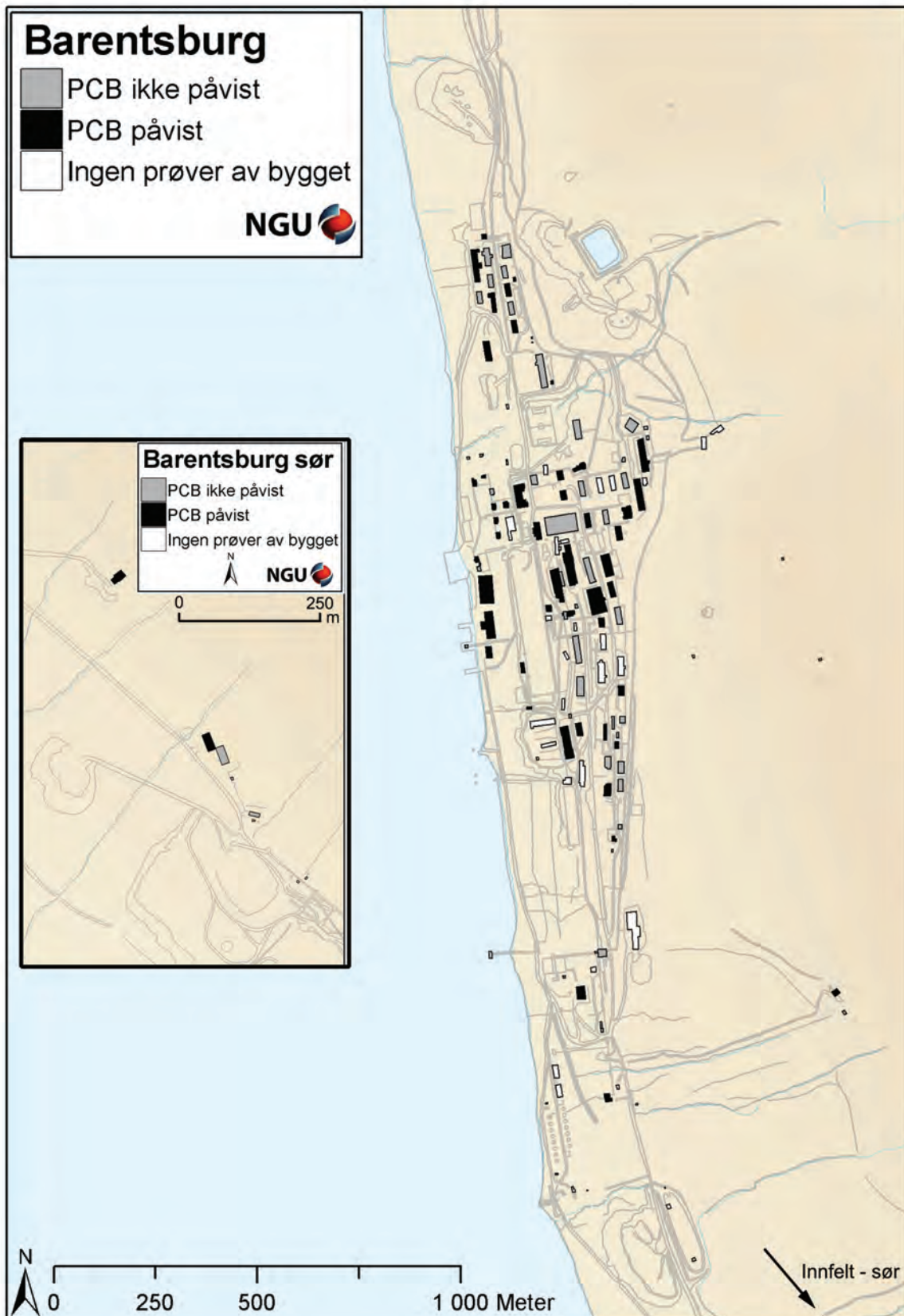
Figur 6. Grønnmaling på bygningene ved Heerodden (heliport) inneholder PCB.



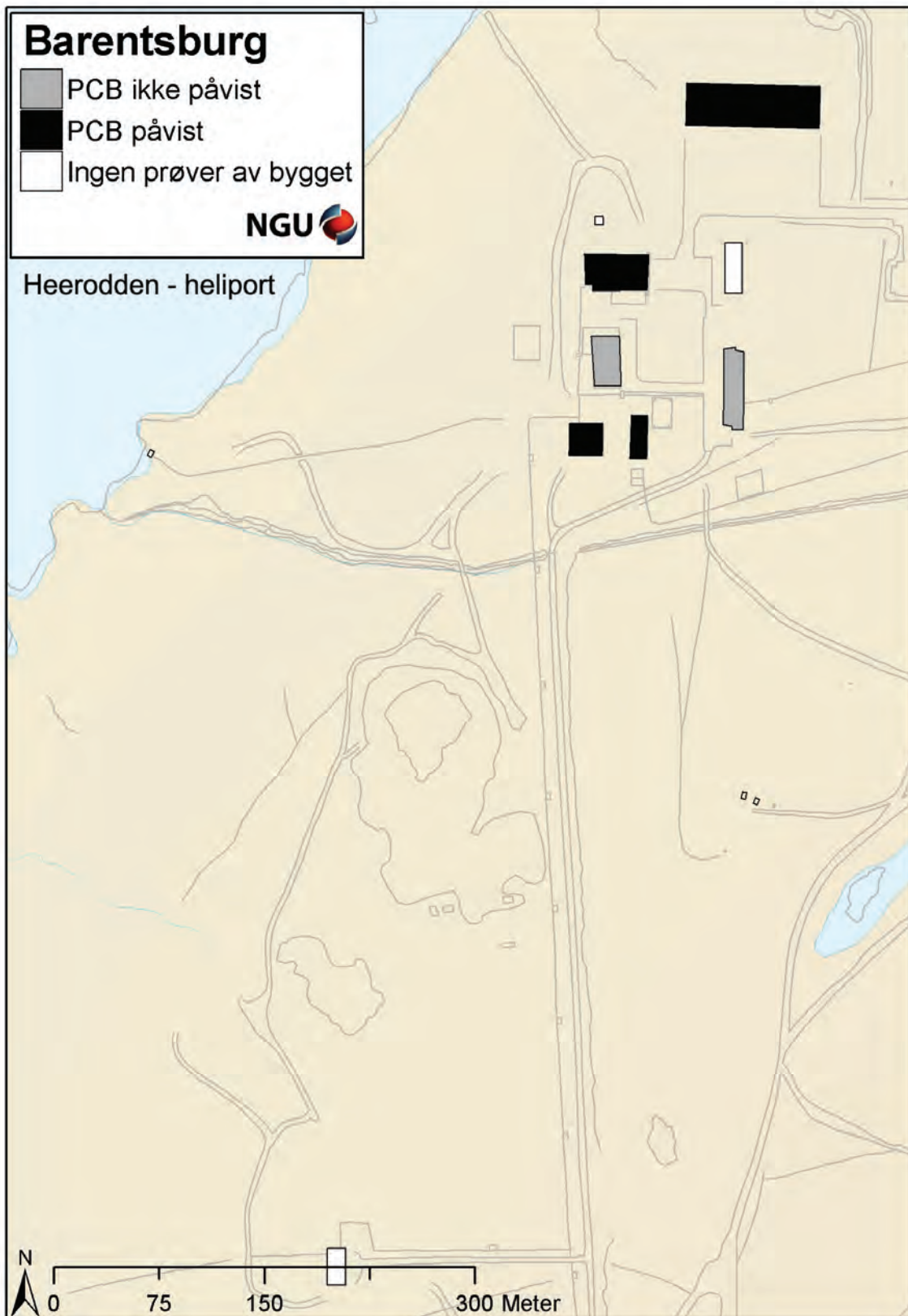
Figur 7. PCB₇ (mg/kg) i overflatejord fra Barentsburg sentrum og ved Heerodden (heliport, innfelt) N_{tot} = 127.



Figur 8. PCB₇ (mg/kg) i overflatejord fra Barentsburg sør., a) rett sør for sentrum i Figur 7. b) helt sør i Barentsburg. N_{tot} = 127.



Figur 9. Oversikt over kartlegging av PCB i bygningsmaterialer (maling/betong) i Barentsburg sentrum og helt i sør. PCB ble påvist i 70 % av bygningene i Barentsburg. N_{tot} unike bygninger = 120. Enkelte teglsteinsbygg er ikke prøvetatt.



Figur 10. Oversikt over kartlegging av PCB i bygningsmaterialer (maling/betong) i Barentsburg, her Heerodden heliport. PCB ble påvist i 70 % av bygningene i Barentsburg. N_{tot} unike bygninger = 120.

5.2 BJØRNØYA METEOROLOGISKE STASJON



Figur 11. Bjørnøya meteorologiske stasjon. Det ble påvist PCB i malingen fra bygningen på bildet til venstre (Bjørnøya radio).

Bjørnøya meteorologiske stasjon, Figur 11, er en bemannet, norsk stasjon på nordenden av Bjørnøya. Stasjonen omfatter i tillegg til meteorologiske observasjoner også Bjørnøya meteo (telekommunikasjon) og nedlagte Bjørnøya radio som nå er innredet som museum. En ny meteorologisk stasjonsbygning ble tatt i bruk i 1968, mens bygningen til Bjørnøya radio ble satt opp på 1940-tallet.

Det ble i 2008 samlet inn 21 prøver av maling og overflatejord fra Bjørnøya. Det ble påvist PCB i to prøver, en malingsprøve fra en av bygningene ($PCB_7 = 0,690 \text{ mg/kg}$) og i en jordprøve like ved ($PCB_7 = 0,121 \text{ mg/kg}$). Det ble også påvist spor av PCB i én annen jordprøve.

5.3 COLESBUKTA



Figur 12. Colesbukta med gjenværende bygningsmasse.

Colesbukta (Figur 12) tilhører den forlatte russiske gruvebyen Grumantbyen. Colesbukta fungerte som utskipningshavn for Grumantbyen, der kullet ble transportert på en smalsporet jernbane. Aktiviteten opphørte tidlig på 1960-tallet (Hoel, 1966).

PCB er påvist både i maling og overflatejord, og konsentrasjonene er høyere enn de funnet i for eksempel Longyearbyen og andre norske bosetninger, men lavere enn de som ble påvist i Barentsburg og Pyramiden. De høyeste nivåene var fra maling utendørs (opp til $PCB_7=160$ mg/kg), men det ble også påvist PCB i maling innendørs. I 54 % av jordprøvene er det påvist PCB, med en PCB_7 -medianverdi på 0,025 mg/kg, en gjennomsnittskonsentrasjon på 0,365 mg/kg og høyeste konsentrasjon på 1,89 mg/kg.

5.4 FUGLEHUKEN FYR



Figur 13. Fuglehuken fyr (Foto: H.R. Pedersen)

Fuglehuken fyr (Figur 13) er et ubemannet fyr nord på Prins Karls Forland. Lokaliteten kan vel ikke kalles en bosetning, men ble i denne undersøkelsen likevel inkludert som en del av maling/jord-studiene. Fuglehuken gir neppe store bidrag til PCB-forurensning på Svalbard. Det ble tatt prøver av begge farger maling fra fyret, samt jordprøve like ved. Det ble ikke påvist PCB i malingen, men det ble påvist spor av PCB i jordprøven (0,039 mg/kg for PCB₇).

5.5 GRUMANTBYEN



Figur 14. Grumantbyen, prøvetaking i 2008 og 2009. (Foto nederst: Halfdan Benjaminsen)

Grumantbyen (Figur 14) er en fraflyttet, russisk gruvebosetning. De første bosetningene ble bygget rundt 1910, men de fleste bygningene ble ødelagt under andre verdenskrig. De ble raskt gjenreist, og i 1948 var det ca. 450 russiske arbeidere her. Bygningene gjennomgikk vesentlig oppussing med betong og maling i 1958 (Hoel, 1966). I dag er det få bygninger som står igjen. Det ligger en god del avfall i bølgeerosjonssonen i nedkant av bygningene.

I 2008 ble det samlet inn prøver fra fire ulike bygg, både utendørs og innendørs. Til sammen ble det samlet inn 13 malingsprøver og 5 jordprøver. I 43 % av malingsprøvene er det påvist PCB, med medianverdi under deteksjonsgrensen ($<0,35$ mg/kg), et aritmetisk gjennomsnitt på 0,921 mg/kg og en maksjonsentrasjon på 4,70 mg/kg for PCB₇. Nivåene i malingen er lave

sammenlignet med hva som er funnet i Barentsburg og Pyramiden. Det ble ikke påvist PCB i noen av jordprøvene fra Grumant.

5.6 HOPEN RADIO



Figur 15. Hopen radio. Prøver av maling og jord ble foretatt i 2008.

På Hopen (Figur 15) ligger en bemannet norsk meteorologisk stasjon med fire ansatte. Stasjonen ble opprinnelig satt opp av tyskerne under den andre verdenskrig. Hele øya, bortsett fra bebyggelsen, er fra 2003 Hopen naturreservat.

Det ble samlet inn sju (7) prøver av maling (5), betong (1) og jord (1) fra Hopen i 2008, og det ble ikke påvist PCB i noen av disse prøvene.

5.7 HORNSUND FORSKNINGSSTASJON



Figur 16. Hornsund forskningsstasjon. Prøver ble samlet inn i 2008.

Ved Isbjørnhavna på Hornsund (Figur 16) ligger en polsk forskningsstasjon. Stasjonen har vært i drift siden 1957.

Det ble ikke påvist PCB i noen av de fire (4) prøvene av maling (2), betong (1) og jord (1) fra Hornsund.

5.8 ISFJORD RADIO



Figur 17. Isfjord radio. Prøver ble samlet inn i 2008 og 2009.

Isfjord radio (Figur 17) er en norsk kringkastingsstasjon, satt opp i 1933. Stasjonen ble senere bygget opp like etter andre verdenskrig og utvidet med nytt hovedbygg og generatorrom i 1957-58. Stasjonene er i dag automatisert og fjernstyrt, men bygningene og området benyttes til turistvirksomhet. Det er også en liten avfallsfylling i fjæra noen hundre meter unna bygningene.

Det ble påvist PCB i fem av seks malingsprøver fra Isfjord radio, men nivåene er moderate (median: 1,3 mg/kg) i forhold til for eksempel Barentsburg og Pyramiden. Den høyeste PCB₇-konsentrasjonen er 2,20 mg/kg. Av de norske undersøkte lokalitetene er det Isfjord radio som har mest PCB i fasademaling. Det er imidlertid ikke påvist PCB i noen av jordprøvene her.

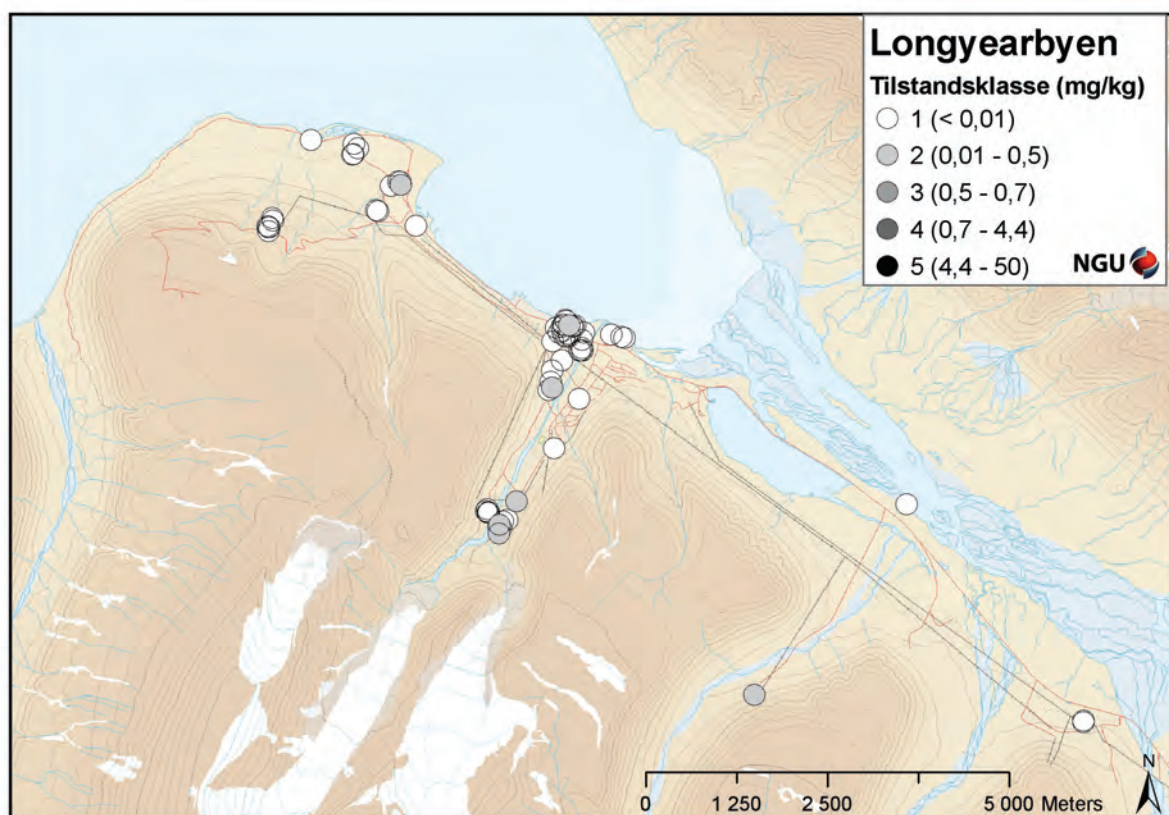
5.9 LONGYEARBYEN



Figur 18. Utvalgte bygninger fra prøvetaking i Longyearbyen 2007-2009.

Longyearbyen (Figur 18) er en tidligere gruveby og er i dag det norske administrasjonssenteret på Svalbard. Stedet har den største bosetningen på Svalbard, i overkant av 2000 innbyggere i 2008. Bosetningen ble opprettet i begynnelsen av 1900-tallet i forbindelse med utvinning av kull, som er blitt tatt ut fra sju gruver rundt Longyearbyen, med en storhetstid like etter andre verdenskrig. I dag drives kun én kullgruve i Longyearbyen, og turisme, forskning og utdanning er nå de viktigste næringene.

I Longyearbyen er det påvist lave konsentrasjoner av PCB i maling, betong og jord, spesielt i forhold til de to andre store (tidligere) bosetningene Barentsburg og Pyramiden. Det er påvist spor av PCB i 10 av 60 prøver av utendørs maling, geografisk spredt, bl.a. i Nybyen, ved Gruve 3 og i eldre bygninger ved havna. Det ble påvist spor av PCB i innendørs maling og betong ved det gamle oppredningsverket, som ble igangsatt revet i 2009. I jord ble det funnet spor av PCB i 12 av 79 prøver, med medianverdi altså under deteksjonsgrensen ($<0,02$ mg/kg), et gjennomsnitt på 0,011 mg/kg (lavere deteksjonsgrenser i 2007-prøvene) og høyeste konsentrasjon av PCB₇ på 0,131 mg/kg, som er mye lavere enn hva som er funnet i for eksempel Barentsburg (28,7 mg/kg). De 12 prøvene det er funnet spor av PCB i, havner i tilstandsklasse 2 (Figur 19), mens resten av prøvene er i tilstandsklasse 1 (ren jord) (jf. Tabell 5).

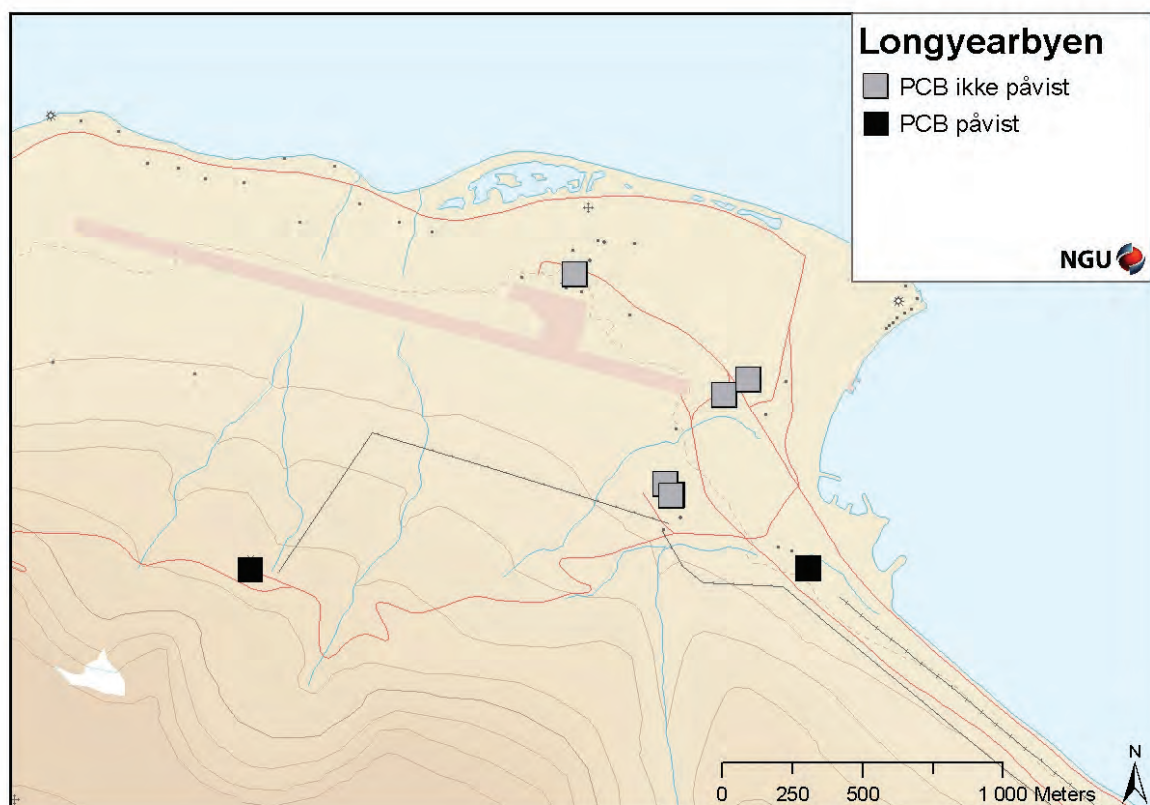


Figur 19. Oversikt over PCB₇ i jordprøver fra Longyearbyen. Tilstandsklasser etter Hansen og Danielsberg (2009).

I Figur 20 og Figur 21 er det angitt hvilke bygninger som er prøvetatt, og hvilke det er påvist spor av PCB i den ytre fasaden (maling eller betong). Konsentrasjonene av PCB₇ i maling og betong fra Longyearbyen er lave, opp til 0,8 mg/kg. Det ble påvist spor av PCB i enkelte bygninger i 2007, som ikke er merket av på kartet i Figur 20. Deteksjonsgrensene var lavere i 2007 enn i 2008 og 2009, og derfor er de bygningene med konsentrasjon mellom 0,1 og 0,175 mg/kg ikke avmerket på kartet som "PCB-bygg" ($> 0,175$ mg/kg). De røde bygningene ved Gruve 3 har en PCB₇-konsentrasjon på ca. 0,7 mg/kg.



Figur 20. Kartet viser bygninger i Longyearbyen (sentrum). Svart farge betyr at det er påvist spor av PCB i maling eller betong fra ytre fasade. På dette kartet er det 4 bygninger det gjelder, og alle har lave konsentrasjoner av PCB₇ (opp til 0,8 mg/kg).



Figur 21. Kartet viser prøvetatte bygninger ved flyplassen i Longyearbyen. Svart farge betyr at det er påvist spor av PCB i maling eller betong fra ytre fasade. På dette kartet er det 2 bygninger det gjelder, og begge har lave konsentrasjoner av PCB₇ (opp til 0,7 mg/kg i Gruve 3).



Figur 22. Det ble påvist PCB i bygningene ved Gruve 3 i Longyearbyen (PCB₇ 0,7 mg/kg).

5.10 NY-ÅLESUND



Figur 23. Bilder fra prøvetaking i Ny-Ålesund 2008.

Ny-Ålesund (Figur 23) er en internasjonal forskningsby, men regnes som norsk lokalitet. På vinteren holder ca. 25 personer til her, mens om sommeren er det opptil 150 personer i Ny-Ålesund. Stedet ble opprettet i 1916 med bakgrunn i kullgruvedrift. Kulldriften ved Ny-Ålesund ble innstilt i 1963. Ved Ny-Ålesund ble det tatt prøver av jord og bygninger i selve byen. Vi har også samlet inn prøver rundt forskningsstasjonen på Zeppelinfjellet.

Rundt bygningene i selve byen er det påvist PCB i én av 16 jordprøver. Nivået av PCB₇ i denne ene prøven er lavt (0,042 mg/kg) og ligger helt i grensen for hva analysemetoden kan rapportere. Det er ikke påvist PCB i noen av de 8 malingsprøvene fra Ny-Ålesund, og heller ikke i prøver av jord/maling i og rundt forskningsstasjonen på Zeppelinfjellet, se Figur 24.



Figur 24. Det ble samlet inn i alt 20 prøver av jord, maling, betong og annet (plast, isolasjon), men kun 13 prøver ble sendt til PCB-analyse. Det ble ikke påvist PCB i noen prøver. (Foto: Halvard R. Pedersen, Sysselempmannen)

5.11 PYRAMIDEN



Figur 25. Bilder fra prøvetaking av jord og bygningsmaterialer i Pyramiden 2007 og 2009.

Pyramiden (Figur 25) er en forlatt russisk gruveby. Gruveanlegget ble overtatt fra et svensk selskap i 1926, og etter omfattende arbeider ble driften satt i gang etter andre verdenskrig. Opprinnelig ble bygningene bygget med lokal rød leire og sandstein, men mange av disse ble ødelagt under krigen. I 1958 ble det bygget nye bygg i Pyramiden. Frem til gruve driften ble innstilt i 1998 overvintret ca. 600 mennesker (russere og ukrainere) her. Det hadde da vært kontinuerlig kullgruve drift ved Pyramiden i 53 år (Hoel, 1966).

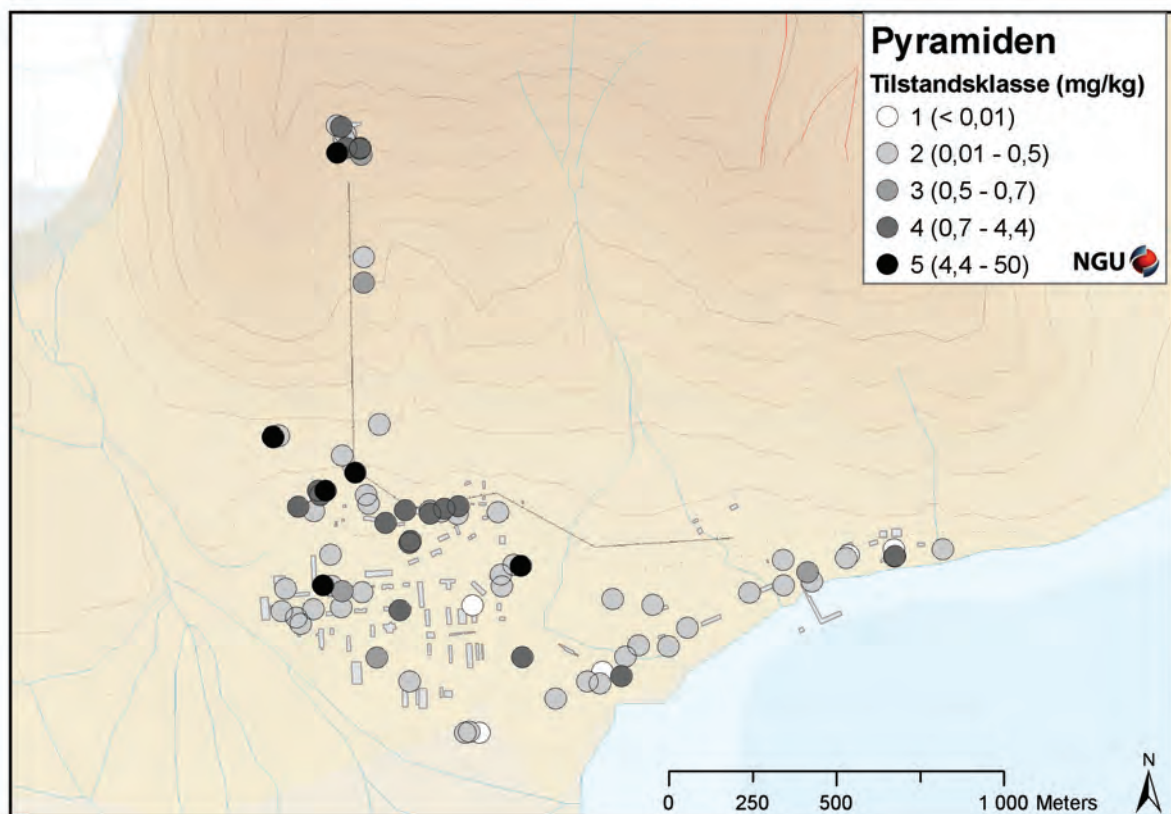
Det er påvist PCB i 97 % av jordprøvene fra Pyramiden, noe som er en meget høy andel sammenlignet med de andre bosetningene på Svalbard, og andre tilsvarende undersøkelser på fastlandet. Nivåene er såpass høye at det foreligger en markert forurensning av overflatejorda. Tabell 7 viser andelen jordprøver i de ulike tilstandsklassene.

Høye konsentrasjoner av PCB i overflatejorda er påvist over hele Pyramiden slik kartet i Figur 26 viser. Det kan se ut som konsentrasjonene er spesielt høye oppe i fjellsiden ved bygningene langs trappa/banen mot gruveinngangene (lengst nord på kartet). Dette kan skyldes at Pyramiden sentrum nede i dalbunnen ved ujevne mellomrom blir oversvømt av flomvann, som 1) kan legge igjen relativt rene flomsedimenter, og 2) kan erodere bort en del

eksisterende overflatejord. De "urørte" massene oppe i fjellsiden vil ikke bli påvirket i samme grad.

Tabell 7. Fordeling av jordprøver på tilstandsklasser (PCB₇) i Pyramiden.

(Hansen og Danielsberg, 2009)	Andel prøver fra Pyramiden
Tilstandsklasse 1	10 %
Tilstandsklasse 2	50 %
Tilstandsklasse 3	10 %
Tilstandsklasse 4	20 %
Tilstandsklasse 5	10 %

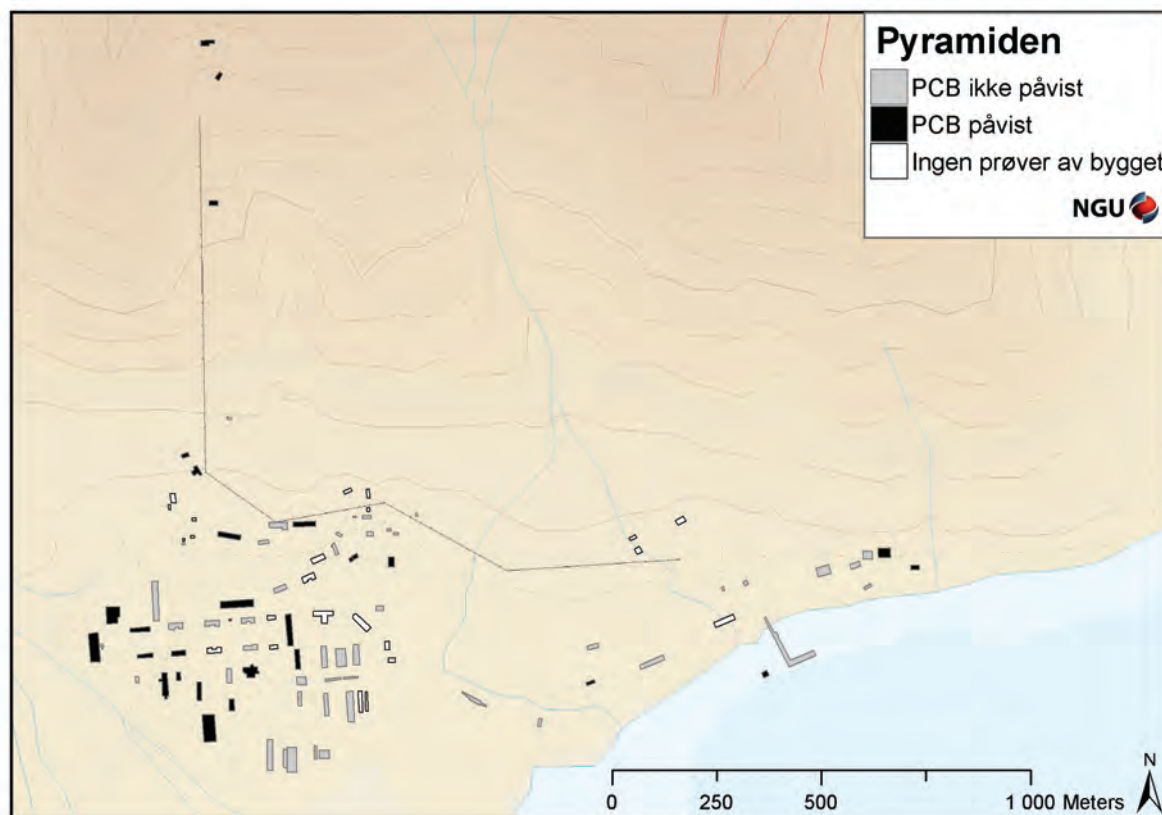


Figur 26. Geografisk fordeling av PCB i overflatejord i Pyramiden (2007 og 2009). Tilstandsklasser etter Hansen og Danielsberg (2009).

Det ble påvist PCB i 49 av 83 malingsprøver (60 %). Det typiske (median) nivået er lavt, men det ble påvist spesielt høy konsentrasjon av PCB i én malingsprøve (1290 mg/kg) fra 2007, noe som er langt over grensen for farlig avfall på 50 mg/kg. I 20 av 44 betongprøver er det påvist PCB, men innholdet her er lavt (opp til 0,7 mg/kg), og kan være påvirket av noe resterende malingslag på selve betongprøven.

83 unike bygninger ble undersøkt i Pyramiden, og det er påvist PCB i ca. 65 % av disse. I enkelte bygninger er det kun spor av PCB like over deteksjonsgrensen, mens det i flere bygninger er svært høye konsentrasjoner av PCB₇ opp mot 1290 mg/kg (Figur 27). Så å si alle

bygninger i Pyramiden er blitt prøvetatt med en eller flere prøver per bygg. I kartet i Figur 27 er det avmerket enkelte bygninger som ikke lenger finnes.



Figur 27. Kartet viser bygninger i Pyramiden. Svart farge betyr at det er påvist spor av PCB i maling eller betong fra ytre fasade. 65 % av bygningene i Pyramiden har PCB i fasaden.



Figur 28. Bygninger og jord oppover fjellsiden ved Pyramiden er PCB-forurenset.

5.12 SVEAGRUVA



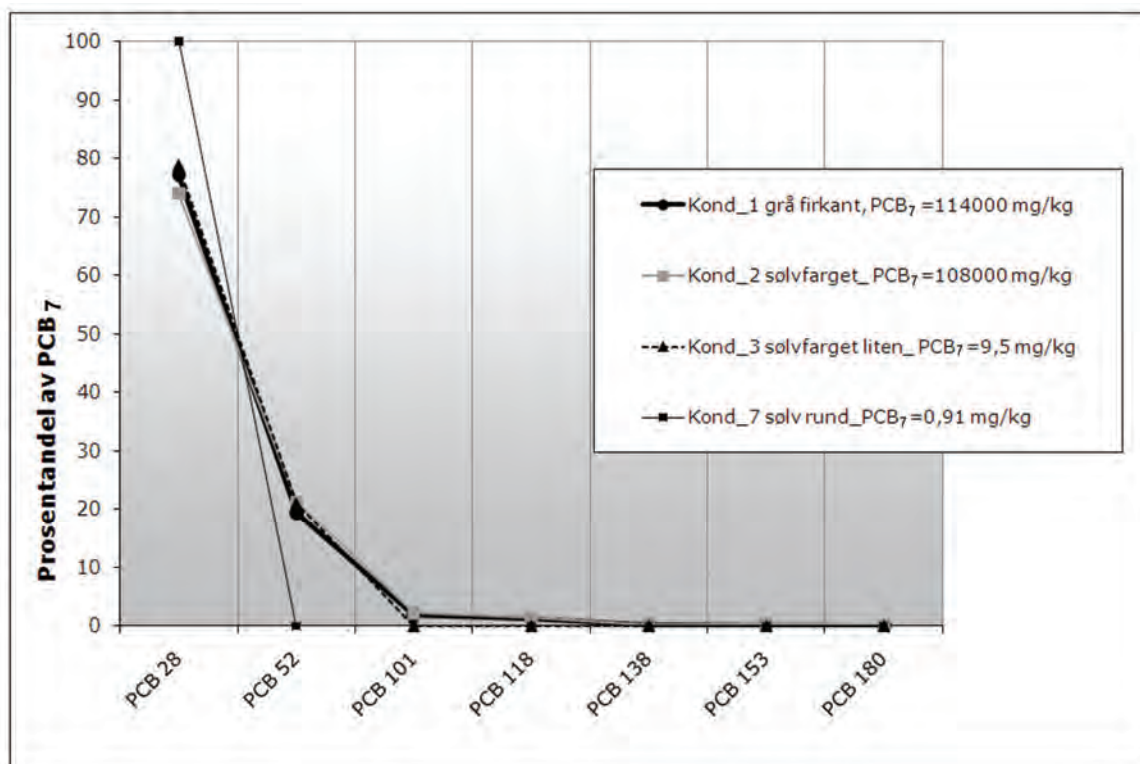
Figur 29. Bilder fra prøvetaking i Svea, 2008.

Sveagruva (Figur 29) er en norsk, aktiv gruveby per 2010. Gruven ble anlagt og drevet av svensker fra 1917 til 1925, derav navnet. Sveagruva ble overdratt til Store Norske Spitsbergen Kulkompani i 1934, ødelagt under krigen, men gjenoppbygd og satt i drift etter krigen.

Totalt ble det samlet inn 14 jordprøver og 1 malingsprøve fra Svea i 2008, og det ble ikke påvist PCB i noen av prøvene.

6 Kondensatoroljer

Under toktet i 2007 ble det samlet inn 11 tilfeldige små kondensatorer fra Longyearbyen, Barentsburg og Pyramiden. I Longyearbyen har de fleste kondensatorene som har inneholdt PCB blitt samlet inn i henhold til produktforskriften (Lovdata, 2004). Det ble ikke påvist PCB i noen av de tre kondensatorer samlet inn i området Longyearbyen i 2007. I Barentsburg og Pyramiden ble det imidlertid påvist PCB₇ i konsentrasjoner opp til 11 % (114 000 mg/kg) i 4 av 8 kondensatorer. PCB₇-profilen i disse prøvene indikerer at kondensatoroljene består av lette PCB-kongenere, i disse tilfellene PCB #28 (mellom 75-100 % andel av PCB₇) og PCB #52 (0-25 % andel av PCB₇), se Figur 30.



Figur 30. PCB₇-profiler av 4 kondensatoroljer fra Barentsburg og Pyramiden (2007) indikerer høy andel av lavklorete kongenere.

Under toktet i 2008 ble det samlet inn ytterligere 21 kondensatorer som ble sendt til kjemisk analyse for PCB. Dette året ble ikke enkeltkongenere inkludert i analysene, kun rapportert som "total PCB". I dette ligger det at laboratoriet har detektert de 7 PCB-kongenene som inngår i PCB₇ (seven dutch), og benyttet databasesøk fra andre undersøkelser til å beregne seg fram til "total-PCB" ut fra kjente tekniske blandinger og kongenerprofiler (Konieczny og Mouland, 1997; Schultz m.fl., 1989). For Aroclor 1242 er det benyttet en beregningsfaktor på 8,2 fra PCB₇ til "total-PCB". Det betyr at for prøve 1 (2008) i tabellen i Vedlegg, hvor det er oppgitt 820 000 mg/kg total PCB, ble bestemt en PCB₇-konsentrasjon på ca. 100 000 mg/kg i laboratoriet.

Totalt ble det påvist PCB i 12 av 21 kondensatorprøver i 2008. I 7 av disse prøvene hadde oljen allerede lekket ut av kondensatorene, så det var ikke nok materiale til sikker kvantifisering, kun en kvalitativ analyse som kunne påvise eventuell tilstedeværelse av PCB i oljerestene. I 5 av prøvene var oljen intakt, og det ble påvist total PCB-konsentrasjon i oljen på opp til 84 % (840000 mg/kg). Nivåene er meget høye. Det ble ikke påvist spor av PCB i 9 av 21 kondensatorer dette året. En oversikt over PCB-innholdet i de totalt 32 undersøkte kondensatorene er vist i Vedlegg. Eksempler på kondensatorer er vist i Figur 31.



Figur 31. Eksempler på små kondensatorer fra lysarmatur og elektriske anlegg, fra Barentsburg, Pyramiden og Longyearbyen.

7 Estimat – mengde PCB i overflatejord

Prøvetakingen av overflatejord har i all hovedsak omfattet de to øverste centimeterne av jorda, dvs. den delen av jorda som er lettest tilgjengelig for videre spredning i miljøet. Enkelte lokaliteter kan imidlertid også inneholde jord fra noe dypere lag, for eksempel i skråninger eller veiskjæringer. Vi har imidlertid valgt å konsentrere oss om det aller øverste jordlaget, da vi antar at dette også er mest mottakelig for forurensning fra luft og omkringliggende aktive forurensningskilder som for eksempel husfasader med avflassende maling. Vi har ikke vurdert hvor langt ned i jorda PCB-forurensningen strekker seg i dette prosjektet. Det som er observert på feltarbeid i sommermånedene på Svalbard er imidlertid at i hvert fall de øverste 20-30 cm av jorda inne i bosetningene er telefri, og kan være tilgjengelig for erosjon.

Vi har forsøkt å beregne hvor mye PCB som kan ligge i overflatejorda i bosetningene Barentsburg, Pyramiden og Longyearbyen. Til det har vi benyttet aritmetisk gjennomsnitt for PCB₇ og, til tross for at resultatene omfatter et prøvetakingsdyp 0-2 cm, har vi også valgt å inkludere de øverste 20 cm av jorda (Tabell 8). Vi antar også en egenvekt på jorda på ca. 1,5 g/cm³, og beregningene tar ikke hensyn til om det står bygninger på arealet.

7.1 Barentsburg

Prøvetakingsområdet i den aktive bosetningen Barentsburg omfatter et areal på totalt ca. 1 km², og totalt 127 jordprøver med en aritmetisk gjennomsnittskonsentrasjon av PCB₇ på 0,992 mg/kg. Beregningene indikerer i underkant av 300 kg PCB₇ totalt i dette området, eller 300 kg/km² i de øverste 20 cm av jorda.

7.2 Pyramiden

Prøvetakingsområdet i den forlatte bosetningen Pyramiden omfatter et areal på totalt ca. 1,5 km², og totalt 83 jordprøver med en aritmetisk gjennomsnittskonsentrasjon av PCB₇ på 1,40 mg/kg. Beregningene indikerer ca. 650 kg PCB₇ totalt i dette området, eller 430 kg/km² i de øverste 20 cm av jorda.

7.3 Longyearbyen

Prøvetakingsområdet i den aktive bosetningen Longyearbyen omfatter et areal på totalt ca. 2,5 km², og totalt 79 jordprøver med en aritmetisk gjennomsnittskonsentrasjon av PCB₇ på 0,011 mg/kg. Beregningene indikerer ca. 8,3 kg PCB₇ totalt i dette området, eller 3,3 kg/km² i de øverste 20 cm av jorda.

Tabell 8. Estimat på hvor mye PCB₇ som ligger i overflatejorda i bosetningene på Svalbard

PCB ₇	Barentsburg		Pyramiden		Longyearbyen		Bakgrunn, Svalbard*	
	0-2 cm	0-20 cm	0-2 cm	0-20 cm	0-2 cm	0-20 cm	0-2 cm	0-20 cm
Ant.kg								
Totalt	30	300	65	650	0,83	8,3	-	-
Pr.km ²	30	300	43	430	0,33	3,3	0,1	1

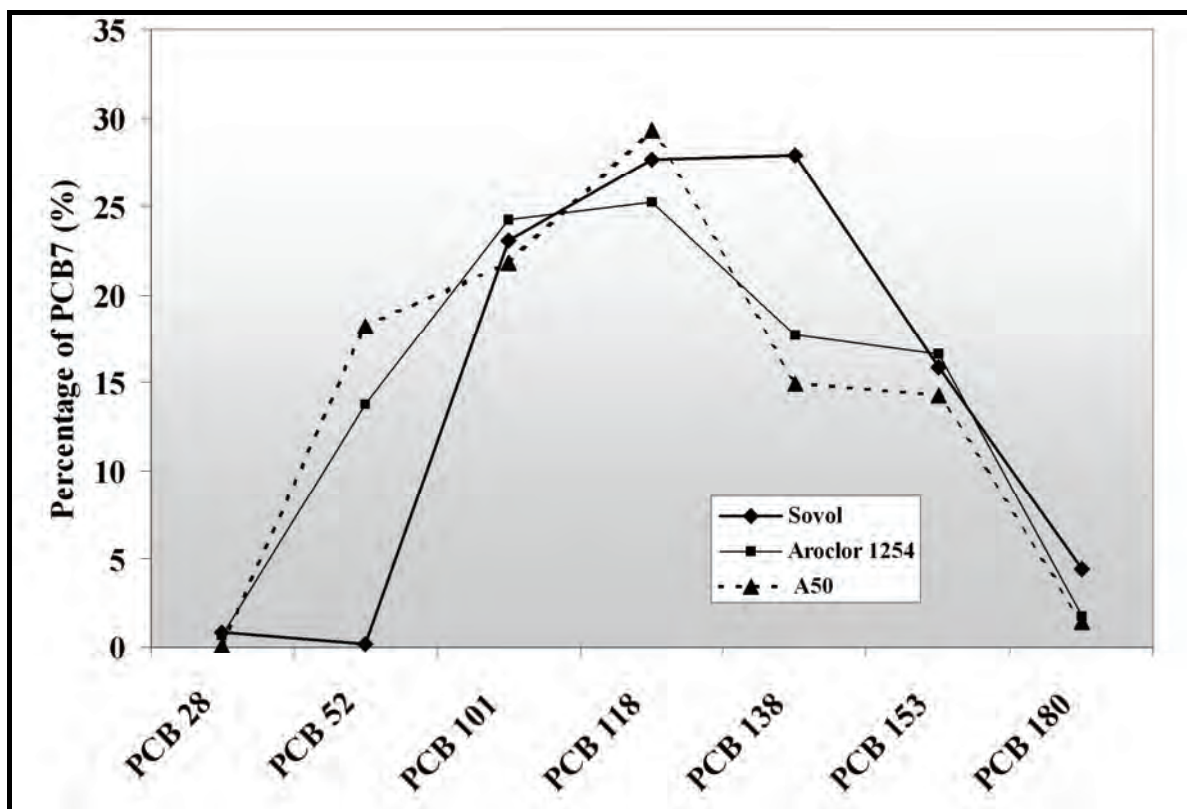
*Det ble i 2009 foretatt en prøvetaking av jord fra områder som ikke er påvirket av menneskelig aktivitet i vesentlig grad (Figur 32). Dette er beskrevet i NGU-rapport 2010.029 (Eggen m.fl., 2010a).



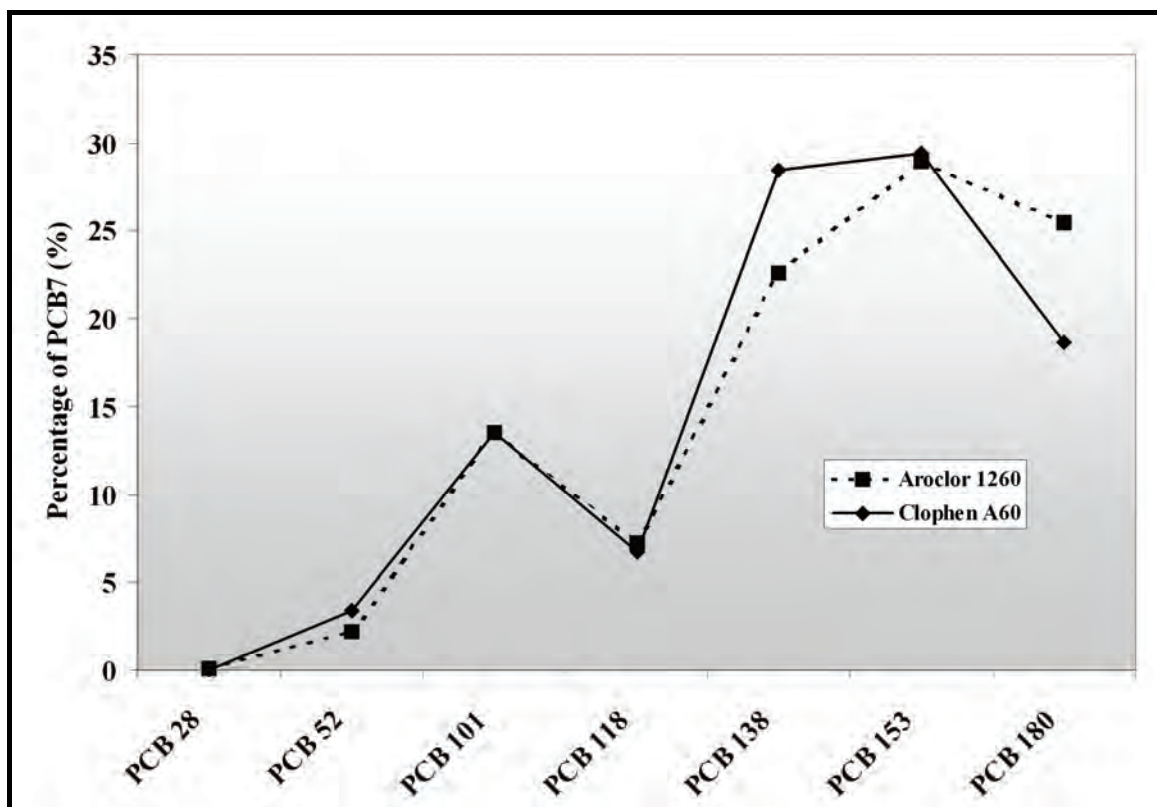
Figur 32. Innsamling av overflatejord i uberørte områder (bakgrunnsprøver).

8 PCB-profiler

I de prøvene hvor vi har påvist en PCB₇-konsentrasjon over ca. 0,100 mg/kg har vi tegnet ut kongenerprofil som viser hvor stor andel de sju ulike kongenerne utgjør av PCB₇. Flere land har produsert tekniske PCB-blandinger med ulike merkenavn, som f.eks. USA (Aroclor), Vest-Tyskland (Clophen), Japan (Kanechlor) og Sovjetunionen/Rusland (bl.a. Sovol). I SFT-rapport 97:33 er det på basis av litteraturdata presentert standardprofiler for en rekke kjente tekniske blandinger (Konieczny og Mouland, 1997). I Figur 33 er tre vanlige, mellomklorete profiler angitt; Sovol Sovjetunionen/Rusland), Aroclor 1254 (USA) og Clophen A50 (V-Tyskland). Informasjon om russisk PCB-produksjon er vanskelig tilgjengelig, spesielt på detaljer om kongenerprofilene, men AMAP har utgitt rapporter om den totale produksjonen og gjenværende kilder innad i Russland (AMAP 2000, 2004b). I Figur 34 er to tekniske blandinger med mer høyklorete profil angitt (Aroclor 1260 og Clophen A60). Hvis man sammenligner standardprofilene med jord/malingsprøver fra Svalbard vil man ikke finne en nøyaktig overensstemmelse med én enkelt standardprofil. Dette skyldes bl.a. analyseusikkerhet, nedbrytning eller kanskje viktigst at det er benyttet blandinger som ikke direkte stemmer overens med oppgitte tekniske profiler. I tillegg ser det ut til at PCB finnes i flere ulike typer maling, betong og kondensatorer.



Figur 33. Tekniske PCB-blandinger, kongenerprofil PCB₇. Sovol, Aroclor 1254 og Clophen A50.

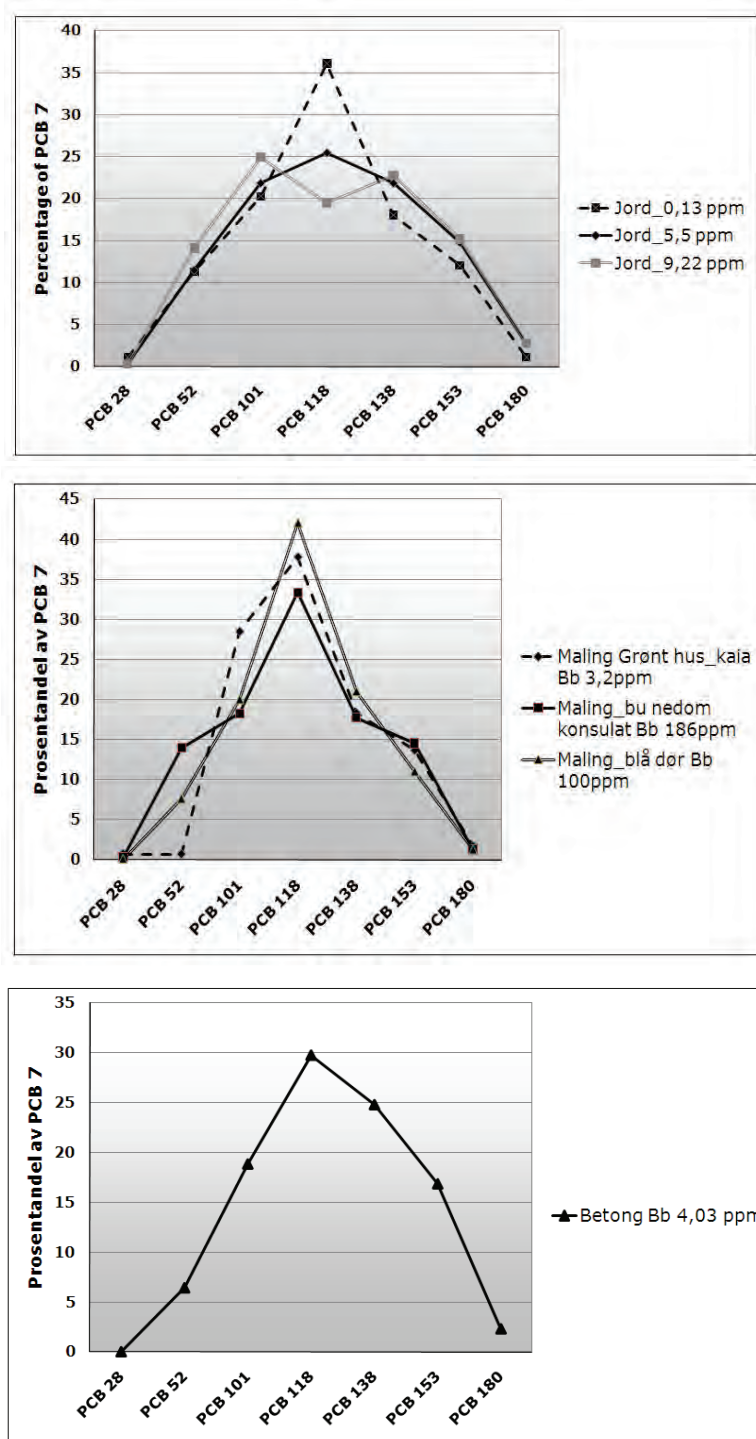


Figur 34. Tekniske PCB-blandinger, kongenerprofil PCB₇, Aroclor 1260 og Clophen A60.

Resultatene fra Svalbardundersøkelsene indikerer at den typen PCB som ble påvist i jordprøver fra de russiske bosetningene er basert på den russiske tekniske blandingen Sovol, mens jordprøvene fra Longyearbyen indikerer en vestlig PCB-type, for eksempel Aroclor 1260 eller Clophen A60. Det er imidlertid vanskelig å angi spesifikk kilde til PCB-forurensning i jorda, da det kan være flere ulike kilder som påvirker profilene i jordprøvene, bl.a. avflassende maling, betong og lekkasjer fra elektriske komponenter og avfall.

I Figur 35 - Figur 38 er det vist eksempler på PCB-profiler fra jord-, maling- og betongprøver fra Barentsburg, Colesbukta, Longyearbyen og Pyramiden. Eksemplene er fordelt mellom de tre feltesongene 2007-2009. Utfyllende informasjon om PCB-profilene fra Svalbard kan finnes i de enkelte års NGU-rapporter: Jartun m.fl., 2007; Eggen og Ottesen, 2008; Eggen m.fl., 2008; Jartun m.fl., 2009.

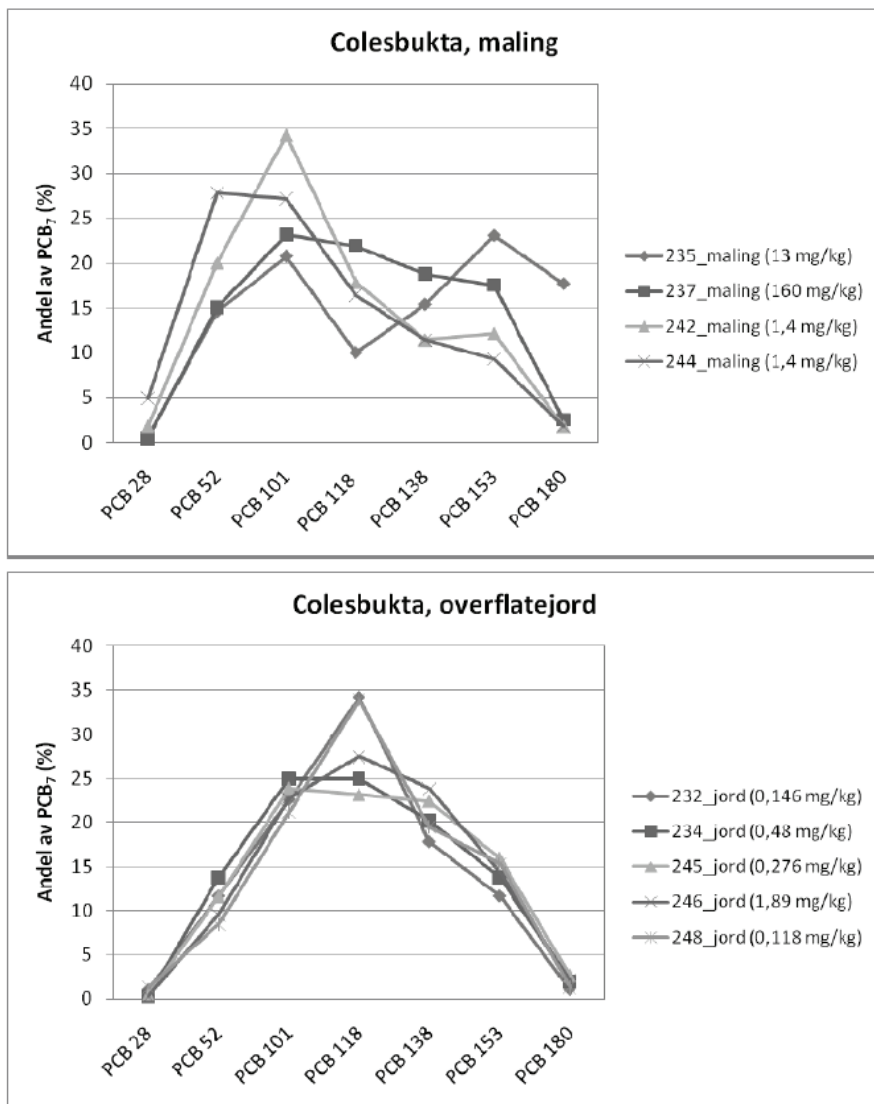
8.1 Barentsburg



Figur 35. Eksempler på PCB-profil fra Barentsburg (2009-serien, Jartun m.fl., 2009).

Profilene i de ulike prøvemediene fra Barentsburg er relativt like, og indikerer et hovedinnslag av mellomklorerte PCB-kongenere som kan være basert på den russiske PCB-blandingens Sovol. Det samme observeres i prøver fra Pyramiden, kapittel 8.4.

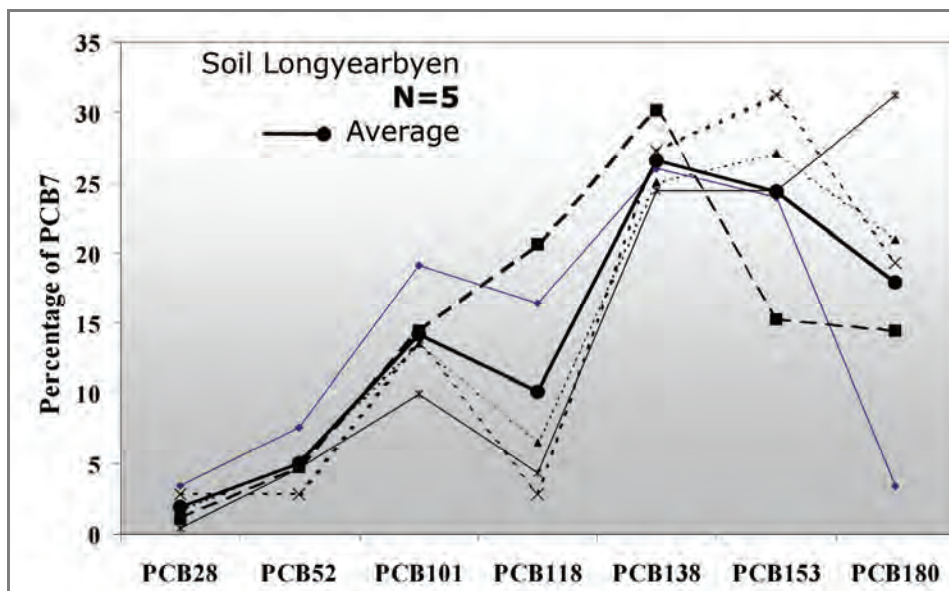
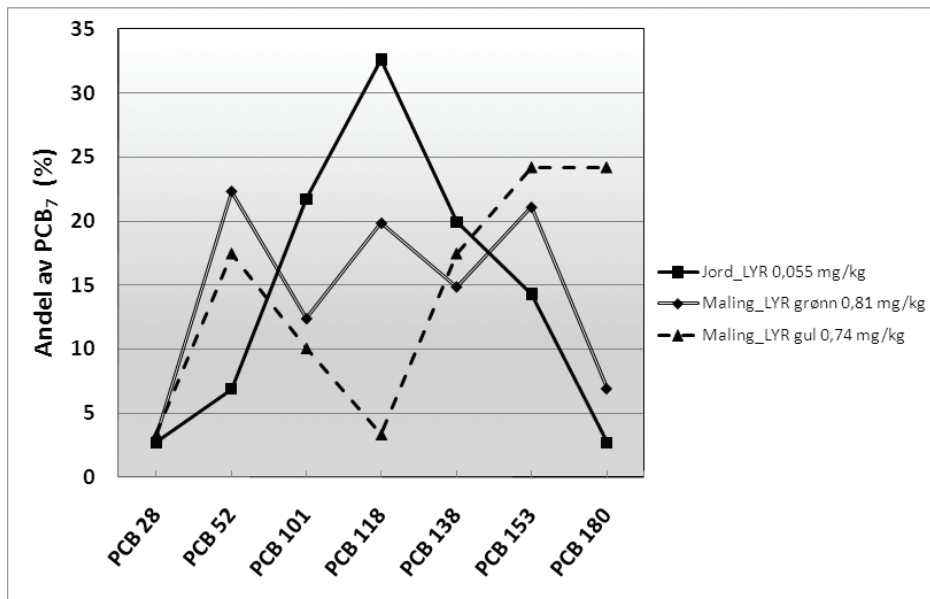
8.2 Colesbukta



Figur 36. Eksempler på PCB-profiler fra Colesbukta (2008-serien, Eggen m.fl., 2008).

PCB-profilene fra jordprøver i Colesbukta er innbyrdes like, med hovedinnslag av mellomklorete kongenere. Profilene påvist i malingsprøver samsvarer ikke helt med de i jord, noe som kan tyde på andre aktuelle kilder eller delvis nedbrytning i jorda.

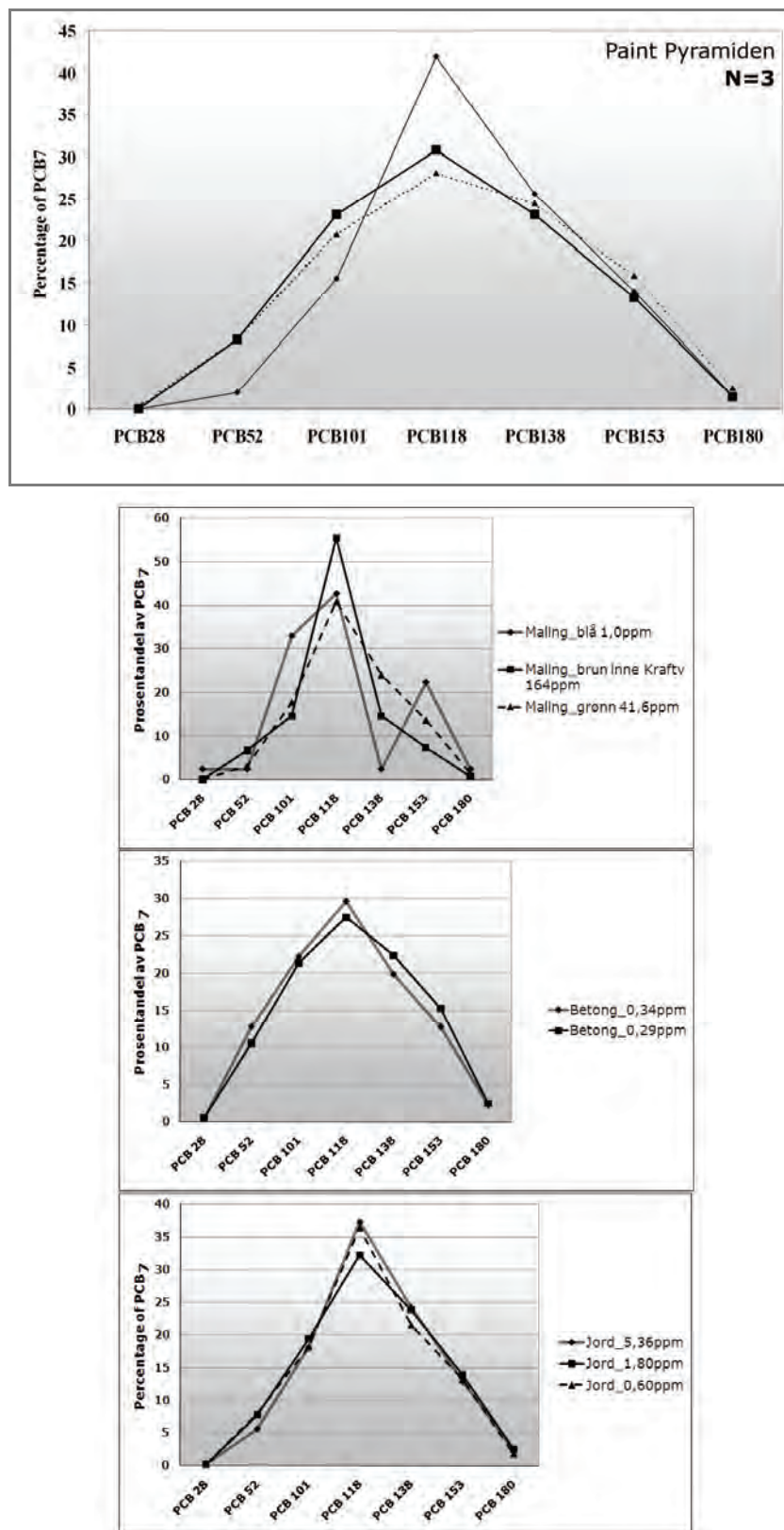
8.3 Longyearbyen



Figur 37. Eksempler på PCB-profiler fra Longyearbyen (2009-serien, øverst Jartun m.fl., 2009; 2007-serien nederst, Jartun m.fl., 2007).

PCB-profilene i jordprøver fra Longyearbyen indikerer et innslag av "vestlig" PCB, for eksempel Aroclor eller Clophen. De har en annen form enn profilene fra jordprøver i de russiske bosetningene. Profilene fra malingsprøver i Longyearbyen er uklare, noe som kan skyldes lave konsentrasjoner, noe som igjen kan gi relativt stor usikkerhet i beregningene for hver kongener.

8.4 Pyramiden



Figur 38. Eksempler på PCB-profiler fra Pyramiden (2007 øverst; Jartun m.fl., 2007; 2009 nederst; Jartun m.fl., 2009).

9 Konklusjoner – tiltak – anbefalinger

Det er påvist til dels svært høye konsentrasjoner av PCB i overflatejorda i og rundt de russiske bosetningene Barentsburg, Pyramiden og Colesbukta, slik Tabell 1 viser. PCB blir påvist langt hyppigere og i høyere konsentrasjoner her enn i de andre undersøkte bosetningene på Svalbard. Resultatene for jord samsvarer i stor grad med høye konsentrasjoner av PCB funnet i bl.a. avflassende maling på husfasader og i små kondensatorer.

Dette PCB-prosjektet har vart over tre feltsesonger (2007-2009), og det har vært et nært samarbeid med Sysselmannen på Svalbard og Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) underveis. Resultatene for innholdet av PCB i jord og bygningsmaterialer har vært diskutert fortløpende, og det har vært godt samarbeid med gruveselskapet Trust Arktikugol i Barentsburg for oppfølging, bl.a. ved at innsamling av gamle kondensatorer i lysarmatur har blitt satt i gang også her, koordinert av Sysselmannen på Svalbard. Å hindre kondensatorer å havne i naturen anses å være det viktigste enkelttiltaket for å hindre ytterligere forurensning av lokal jord og eventuell videre spredning. Det er vanskeligere å håndtere avflassende maling på husfasader, men et alternativ kan være å kle inn spesifikke bygninger med for eksempel metallplater for å hindre videre forvitring. Store mengder avfall som ble observert blant annet i fjæra i Pyramiden i 2007 har i ettertid i stor grad blitt tatt hånd om og disponert på trygt sted.

Videre anbefalinger om tiltak for å hindre videre spredning av PCB fra bosetningene til det arktiske miljøet innebærer sikker disponering av grave- og rivemasser under rehabilitering, riving og omdisponering av arealer. Resultatene for PCB i overflatejord indikerer at all overflatejord i Pyramiden og Barentsburg er forurenset med PCB. Derfor bør flytting av gravemasser i disse to områdene skje kontrollert, og massene disponeres på et trygt sted. På et arbeidsmøte i Barentsburg i november 2009 ble det diskutert at gamle gruveganger kan være et alternativt deponi dersom det kan dokumenteres at disse er tette. I samarbeid med NVE har det også vært diskutert å videreutvikle, forbedre og anlegge nye dreneringsgrøfter i og rundt bosetningene for å hindre små bekker og elver, samt smeltevann, å grave i de forurensete overflatemassene.

10 Referanser

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, 2004a. AMAP assesment 2002: Persistent organic pollutants in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). Oslo, Norway

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).

Bernhoft, A., Skaare, J.U., Wiig Ø., Derocher A.E. og Larsen, H.J., 2000. Possible immunotoxic effects and organochlorines in polar bears (*Ursus martimus*) at Svalbard. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A* 59: 561-574.

Carroll, J., Savinov, V., Savinova, T., Dahle, S., McCrea, R. og Muir, D.C.G., 2008. PCBs, PBDEs and pesticides released to the Arctic Ocean by the Russian Rivers Ob and Yenisei. *Environmental Science and Technology* 42: 69-74.

Eggen, O.A., Haugland, T., Finne, T.E. og Jartun, M., 2006. Kartlegging av jordforurensning i 58 barnehager i bydel Østensjø. NGU-rapport 2007.016, 98 s.

Eggen, O.A. og Ottesen, R.T., 2008. Kartlegging av mulige lokale kilder til PCB på Bjørnøya, Hopen og Hornsund. NGU-rapport 2008.083, 14 s.

Eggen, O.A., Ottesen, R.T. og Volden, T., 2008. Undersøkelse av mulige lokale kilder til PCB i Barentsburg, Colesbukta, Fuglehuken fyr, Grumant, Isfjord radio, Longyearbyen, Ny-Ålesund og Svea. NGU-rapport 2008.073, 43 s.

Eggen, O.A., m.fl., 2010a. PCB i deponier på Svalbard. NGU-rapport 2010.028, i trykken høst 2010.

Eggen, O.A., m.fl., 2010b. Bakgrunnsnivåer av PCB i overflatejord på Svalbard. NGU-rapport 2010.029, i trykken høst 2010.

Evenset, A., Christensen, G.N. og Palerud, R., 2006. Miljøgifter i marine sedimenter, Isfjorden, Svalbard 2005. Akvaplan-niva-rapport nr. APN-414.3341, 37 s.

Evenset, A. og Christensen, G.N., 2009. PCB i bosettinger på Svalbard - Et problem for dyreliv i havet? Akvaplan-niva-rapport nr. 4352-1, 33 s.

Hansen, H.J. og Danielsberg, A., 2009. Tilstandsklasser for forurenset grunn. SFT, TA-2553/2009, 27 s.

Henriksen, E.O., Wiig, O., Skaare, J.U., Gabrielsen, G.W. og Derocher, A.E., 2001. Monitoring PCBs in polar bears: lessons learned from Svalbard. *Journal of Environmental Monitoring* 3: 493–498.

Hoel, A., 1966. Svalbard. Svalbards historie 1596-1965. Bd. I-III. Sverre Kildahls boktrykkeri, Oslo.

Jartun, M. og Volden, T., 2006. Jordforurensning i Harstad. NGU-rapport 2006.014, 97 s.

Jartun, M., Volden, T. og Ottesen, R.T., 2007. PCB fra lokale kilder i Barentsburg, Pyramiden og Longyearbyen på Svalbard. NGU-rapport 2008.075, 31s.

Jartun, M., Eggen, O.A. og Ottesen, R.T., 2009. PCB fra lokale kilder på Svalbard 2009 – Utfyllende undersøkelser i Longyearbyen, Barentsburg og Pyramiden. NGU-rapport 2009.073, 35 s.

Kallenborn, R., Christensen, G., Evenset, A., Schlabach, M. og Stohl, A., 2007. Atmospheric transport of persistent organic pollutants (POPs) to Bjørnøya (Bear island). *Journal of Environmental Monitoring* 9; 10: 1082-1091.

Karstensen, K.H., Ringstad, O., Rustad, I., Kalevi, K., Jörgensen, K., Nylund, K., Alsberg, T., Ólafsdóttir, K., Heidenstam, O. og Solberg, H., 1997. Nordic guidelines for chemical analysis of contaminated soil samples. NORDTEST Technical report 329.

Konieczny, R.M. og Mouland, L., 1997. Tolkning av PCB-profiler og beregning av totalt PCB-innhold i marine sedimenter. SFT-rapport 99:33, TA 1497/1997, 48 s.

Lie, E., Bernhoft, A., Riget, F., Belikov, S.E., Boltunov, A.N., Derocher, A.E., Garner, G.W., Wiig, Ø. og 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.

Lovdata, 2004. FOR 2004-06-01 nr 922: Forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften), Kapittel 3.

Schultz, D.E., Petrick, G. og Duinker, J.C., 1989. Complete characterization of polychlorinated biphenyl congeners in commercial Aroclor and Clophen mixtures by multidimensional Gas Chromatography – Electron Capture Detection. *Environmental Science and Technology* 23; 7: 852–859.

Skotvold, T. og 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.

Sysselmannen på Svalbard, 2008. PCB på Svalbard, kunnskaps- og forvaltningsstatus, april 2008. Rapport 1/2008. 36 s.

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. og 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.

VEDLEGG: PCB i små kondensatorer

Rådata fra bestemmelse av PCB i små kondensatorer.

ID	Sted	Merknader	PCBsum7	PCB28	PCB52	PCB101	PCB118	PCB138	PCB153	PCB180
C_01	Barentsburg	Grey condensor	114000	88000	22000	2200	1500	270	250	71
C_02	Pyramiden	Silver cond, from electrical installation	108000	80000	23000	2400	1600	310	340	130
C_03	Pyramiden	silver, small, from disassembled installation	9,5	7,5	2	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80
C_04	Pyramiden	silver, round	n.d.	<0,45	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
C_05	Pyramiden	silver, round	n.d.	<0,40	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
C_06	Pyramiden	Silver, round	n.d.	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
C_07	Pyramiden	silver, small, from disassembled installation	0,91	0,91	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
C_08	Pyramiden	silver, round	n.d.	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Gr 5	Longyearbyen	Oil, cond.	n.d.	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
N.ind.	Longyearbyen	Oil, cond., 1972	n.d.	<0,50	<0,35	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
NEBB	Longyearbyen	Oil, 1974	n.d.	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30

ID	Sted	Merknader	PCB i Olja	Olje/Tørr	Kommentar fra lab
1	Barentsburg	Firkant, merket 10M-400, tverrsnitt mørkegrønn	820000	olje	PCB av typ 1242, dubbelanalys
2	Barentsburg	Grå firkant, merket 3.75MKÖ	>2	tørr	Lite olja, oackrediterat kvalitativ analys
3	Barentsburg	Sølvfarget sylinder merket, 3.8-420, UNITRA TelepodLE-	500	olje	PCB av typ 1242, dubbelanalys
4	Barentsburg	Mørkegrønn firkant, merket topp 32+4, kvadratisk tverrsnitt	830000	olje	PCB av typ 1242, dubbelanalys
5	Barentsburg	TESLA sylinder, WK 709 71-M 1-CY, sølvfarget	>2	tørr	Lite olja, oackrediterat kvalitativ analys
6	Barentsburg	Sølvfarget sylinder, merket i bunn MK 4.5	<2	olje	
7	Barentsburg	Sølvfarget sylinder, TESLA merket TC800a	>2	tørr	Lite olja, oackrediterat kvalitativ analys
8	Barentsburg	Sølvfarget sylinder, merket CP433/B	>2	tørr	Lite olja, oackrediterat kvalitativ analys
9	Barentsburg	Sølv firkant, merket 4MKÖ+/- 10%	<2	tørr	Lite olja, oackrediterat kvalitativ analys
10	Barentsburg	Mørkegrønn firkant, 40M-400-1.0Y11	>2	tørr	Lite olja, oackrediterat kvalitativ analys
11	Barentsburg	Firkant, 4MKÖ+/-10%, tverrsnitt sølv	>2	tørr	Lite olja, oackrediterat kvalitativ analys
12	Barentsburg	Firkant, rusten med ledninger, tverrsnitt sølv	<2	tørr	Lite olja, oackrediterat kvalitativ analys
13	Pyramiden	Sølv sylinder, KL2-3.9-400, merket TELPOD	>2	tørr	Lite olja, oackrediterat kvalitativ analys
14	Pyramiden	Sølvfarget firkant, ~+~-10%, 4	<2	tørr	Lite olja, oackrediterat kvalitativ analys
15	Pyramiden	Sølvfarget sylinder, WK709 71-M, L-WN, merket TESLA	62	olje	PCB av typ 1260, dubbelanalys
16	Pyramiden	Brun firkantet, merket 600B 1283	<2	tørr	Lite olja, oackrediterat kvalitativ analys
17	Pyramiden	Sølvfarget sylinder, 200KMÖ 25BIII-70, merket C2 K50-3	<2	tørr	Lite olja, oackrediterat kvalitativ analys
18	Pyramiden	Sølvfarget sylinder, 120MKÖ300B VII-68, merket B3P K3-2-H	<2	tørr	Lite olja, oackrediterat kvalitativ analys
19	Pyramiden	Brun firkant, 250B 9,72t, merket 4MKÖ+10	<2	tørr	Lite olja, oackrediterat kvalitativ analys
20	Pyramiden	Grønn firkant, TV16-527230-75	840000	olje	PCB av typ 1242, dubbelanalys
21	Barentsburg	Hydraulikkvæske fra strossemaskin	<2	olje	

