

NGU Rapport 2007.075

PCB fra lokale kilder i Barentsburg, Pyramiden
og Longyearbyen på Svalbard

Rapport nr.: 2007.075		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: PCB fra lokale kilder i Barentsburg, Pyramiden og Longyearbyen på Svalbard			
Forfatter: Morten Jartun, Tore Volden og Rolf Tore Ottosen		Oppdragsgiver: SFT og Sysselmannen på Svalbard	
Fylke:		Kommune:	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 31	Pris: 180
Feltarbeid utført: Juli 2007		Rapportdato: Desember 2007	Prosjektnr.: 307300
		Ansvarlig: <i>Martin Andersson</i>	
<p>Sammendrag:</p> <p>122 prøver av overflatejord, maling, betong og oljer ble samlet inn fra sentrale deler av bosetningene i Barentsburg, Pyramiden og Longyearbyen på Svalbard sommeren 2007. I tillegg ble det samlet inn 11 kondensatorer fra elektrisk avfall eller aktive installasjoner. Innholdet av polyklorerte bifenyler (PCB) ble bestemt i samtlige prøver, og målet med undersøkelsen var å kontrollere produkter som kunne inneholde PCB lokalt på Svalbard, og om disse kildene kunne ha påvirket overflatejorda og en videre spredning i miljøet på disse stedene.</p> <p>Mediankonsentrasjonen av PCB₇ i overflatejord fra Barentsburg og Pyramiden er på hhv. 0,268 og 0,172 mg/kg. I Longyearbyen er mediankonsentrasjonen <0,004 mg/kg. Konsentrasjonene som ble funnet i Barentsburg og Pyramiden er meget høyt også i forhold til undersøkelser som er foretatt på samme måte i bl.a. Oslo, Bergen og Trondheim. Det ble også funnet høye konsentrasjoner i maling både fra Barentsburg (opp til 3520 mg/kg), Pyramiden (opp til 1290 mg/kg) og i Longyearbyen (opp til 0,695 mg/kg).</p> <p>Konsentrasjonen av PCB₇ i små, elektriske kondensatorer samlet inn fra Barentsburg og Pyramiden er også meget høyt, opp mot 114000 mg/kg. Det ble ikke funnet spor av PCB i kondensatorer fra Longyearbyen.</p> <p>Overflatejorda i de russiske bosetningene Barentsburg og Pyramiden er svært forurenset med PCB. Basert på funn av PCB i bl.a. maling og elektriske komponenter er dette de viktigste kildene til lokal PCB-forurensning i disse områdene. Hvorvidt de høye konsentrasjonene også vil påvirke f.eks. miljøtilstanden i marine sedimenter er ikke studert i detalj i denne undersøkelsen, men med tanke på de store volum av avfall som ligger spredt rundt i bosetningene, erosjon fra små og større elver samt vinderosjon, er det meget sannsynlig at dette har ført til spredning av PCB til det marine miljø. De påviste PCB-kildene er fremdeles aktive forurensningskilder. Tiltak bør gjennomføres for å redusere/hindre fremtidig spredning av PCB.</p> <p>En tilsvarende undersøkelse bør gjennomføres i Ny Ålesund.</p>			
Emneord:	PCB	Svalbard	
Barentsburg	Pyramiden	Longyearbyen	
Lokale kilder			

INNHALDSFORTEGNELSE

ENGLISH ABSTRACT	6
1. INNLEDNING	7
1.1 Mål for undersøkelsen	7
1.2 Miljøgiften polyklorerte bifenyler (PCB)	7
1.3 Påviste effekter av miljøgifter på Svalbard	7
1.4 Miljøstatus – tidligere undersøkelser	7
2. METODER.....	9
3. RESULTATER	10
3.1 Kartbilder – PCB ₇ i overflatejord.....	10
3.2 Kartbilder – PCB ₇ i maling/betong	14
3.3 PCB ₇ -profiler.....	17
3.3.1 BARENTSBURG - Jord	18
3.3.2 BARENTSBURG - Maling.....	19
3.3.3 PYRAMIDEN – Jord	20
3.3.4 PYRAMIDEN – Maling.....	21
3.3.5 LONGYEARBYEN – Jord	21
3.3.6 LONGYEARBYEN – Maling	22
3.4 PCB – tilstandsklasser for jord.....	24
3.5 PCB i jord og maling – sammenligning mellom Svalbard og fastlands-Norge	25
4. DISKUSJON	26
5. Konklusjon og anbefaling	29
6. REFERANSER	29

ENGLISH ABSTRACT

A total amount of 122 samples of surface soil, paint, concrete, oils, and capacitors were collected from central areas of the (former) settlements in Barentsburg, Pyramiden, and Longyearbyen on Svalbard during summer 2007. The content of polychlorinated biphenyls (PCBs) was determined in all samples, and the main goal was to study possible PCB-containing products and their significance to local contamination of surface soils in these areas.

The median concentration of PCB₇ in surface soil from Barentsburg and Pyramiden was 0.268 and 0.172 mg/kg, respectively. In Longyearbyen the median concentration was below detection limit of 0,004 mg/kg. The median concentrations found in Barentsburg and Pyramiden are 40-60 times higher than those found in similar surveys from Oslo, Bergen, Trondheim, Harstad, and Tromsø. High concentrations of PCBs in paint were also found in Barentsburg (up to 3520 mg/kg), Pyramiden (up to 1290 mg/kg), and Longyearbyen (up to 0.695 mg/kg).

Small capacitors collected from electrical installations in Barentsburg and Pyramiden contained concentrations of PCB₇ up to 114000 mg/kg. No traces of PCBs were found in samples of capacitors from Longyearbyen.

Surface soils in the settlements of Barentsburg and Pyramiden are heavily contaminated with PCBs. Based on the discovery of high concentrations of PCBs in samples of paint and electrical installations; these are probably the most important sources of PCBs in these areas. This study has not focused on whether the high concentrations of PCBs in surface soils may contribute to increased concentrations in e.g. marine sediments. However, large amounts of waste, old electrical installations, and demolished/abandoned buildings are spread around on the surface in these two areas. Mobilization and transport of pollutants by e.g. fluvial- and eolian erosion and snowmelt takes place and will lead to a direct transport of PCBs to the marine environment. Immediate abatement is necessary.

1. INNLEDNING

1.1 Mål for undersøkelsen

NGU ble sommeren 2007 invitert med av Sysselmannen på Svalbard og Statens Forurensningstilsyn (SFT) til å delta på et prøvetakingstokt i bosetningene Barentsburg, Pyramiden og Longyearbyen på Svalbard for å prøve å avdekke omfanget av eventuelle lokale kilder til miljøgiften polyklorerte bifenyler (PCB). I løpet av toktet skulle det samles inn prøver av overflatejord og produkter som f.eks. oljer, bygningsmaterialer (maling, betong) og elektriske kondensatorer.

1.2 Miljøgiften polyklorerte bifenyler (PCB)

Polyklorerte bifenyler (PCB) er en gruppe organiske miljøgifter som består av totalt 209 teoretiske kongener, som skilles fra hverandre med ulik kloreringsgrad og de enkelte kloratomers posisjon i PCB-molekylet. De lavklorerte kongenerne er generelt mer flyktige enn de høyklorerte (se bl.a. WHO, 2000). Det er vanlig å fokusere kun på et utvalg av PCB-kongenerne i ulike miljøundersøkelser. SFT og de fleste laboratorier bruker i dag summen av sju vanlige og viktige kongener (PCB nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180), symbolisert PCB₇. I litteraturen vil man finne bruk av omregningsfaktorer for å relatere mengden av PCB₇ til total PCB-belastning (f.eks. Konieczny og Mouland, 1997 ; Evenset m.fl., 2006), men disse faktorene kan variere avhengig av materialet det er snakk om. NGU oppgir derfor alltid sine resultater som PCB₇.

1.3 Påviste effekter av miljøgifter på Svalbard

Egenskapene til de individuelle kongenerne varierer noe, men generelt er disse stoffene tungt nedbrytbare i naturen, og kan bioakkumulere i ulike organer i organismer. Dette kan føre til en oppkonsentrering (biomagnifikasjon) i næringskjeder der toppredatorer som f.eks. isbjørn kan ha langt høyere konsentrasjoner enn dyr som befinner seg på et lavere trofisk nivå, f.eks. fisk. PCB-kongenerne er generelt fettløselige, men denne egenskapen blir sterkere med økende kloreringsgrad. PCB er blitt påvist i høye konsentrasjoner i flere typer biologisk materiale fra Svalbard, f.eks. i fugler (Henriksen m.fl., 1998 ; Knudsen m.fl., 2007 ; Murvoll m.fl., 2007 ; Verreault m.fl., 2007), sel (Bang m.fl., 2001) og isbjørn (Lie m.fl., 2003 ; Braathen m.fl., 2004 ; Dietz m.fl., 2004 ; Verreault m.fl., 2005). Det er påvist skadelige effekter på bl.a. isbjørn, f.eks. økt ømfintlighet overfor infeksjoner i tillegg til atferds- og reproduksjonsproblemer (se bl.a. AMAP, 2002).

1.4 Miljøstatus – tidligere undersøkelser

Svalbard har et sårbart miljø, og har lenge blitt regnet som relativt upåvirket av miljøgifter i forhold til tettere befolkede områder på fastlands-Norge. AMAP (The Arctic Monitoring and Assessment Programme) konkluderte i 1997 med at nivået av organiske miljøgifter (POPs – Persistent Organic Pollutants) i det arktiske miljøet er lavere enn det vi finner i mer tempererte områder. Likevel er det i flere undersøkelser funnet konsentrasjoner av bl.a. PCB

som kan regnes som forhøyede i forhold til hva som betraktes som bakgrunnsverdier. Stortingsmelding nr 22 fra 1994-95 gir uttrykk for at Svalbard skal framstå som et av de best forvaltede villmarksområdene i verden. SFT-rapport 98:04 presenterte i den forbindelse en oversikt over kjente deponier og eventuelle lokaliteter med forurenset grunn på Svalbard. I denne rapporten er lokalitetene rangert i 4 klasser fra 1) behov for snarlig undersøkelse eller tiltak til 4) ingen undersøkelser nødvendig (Hansen m.fl., 1998). To lokaliteter fra Longyearbyen ble rangert i klasse 1, mens de fleste lokalitetene i Barentsburg og Pyramiden ble rangert i klasse 2 (behov for undersøkelser). Kartleggingen i SFT-rapport 98:04 omfatter først og fremst deponier, og det er ikke samlet inn data fra f.eks. verksted eller rundt selve bosetningene i Barentsburg og Pyramiden.

Flere undersøkelser har pekt på at langtransportert tilførsel av organiske miljøgifter til arktiske strøk er den viktigste forurensningskilden på Svalbard (AMAP, 2002 ; AMAP, 2004a). Tilførselen hevdes å foregå via en fordampning-kondensasjonsprosess der miljøgiftene bringes til gassform i tett befolkede / industrialiserte områder og avsettes ved kondensasjon i kaldere, nordlige områder. PCB antas å kunne transporteres via både luft og havstrømmer til arktiske strøk på denne måten (f.eks. Wania og Mackay, 1993).

Kunnskap om eventuell lokal bruk av PCB på Svalbard er begrenset, spesielt i de russiske bosetningene Barentsburg og Pyramiden. Noen få tidligere miljøundersøkelser har imidlertid reist spørsmålet hvorvidt lokale kilder til PCB kan være av betydning i tillegg til en eventuell langtransport, også på Svalbard (Evenset m.fl., 2006 ; Hop m.fl., 2001 ; Breedveld, 2000).

Akvaplan-niva gjennomførte i 2005 en miljøundersøkelse av marine sedimenter utenfor bosetningene i Longyearbyen, Barentsburg, Pyramiden og Colesbukta (Evenset m.fl., 2006). Undersøkelsen og prøvetakingen ble basert på en kartlegging fra 1998 av Cochrane m.fl. (2001), men omfattet også flere nye prøvetakingslokaliteter. De høyeste konsentrasjonene av PCB i marine sedimenter ble funnet utenfor Pyramiden, tilsvarende SFTs tilstandsklasse III (markert forurenset), dvs. ca. 0,040 mg/kg Σ PCB (PCB₇ multiplisert med en faktor på 3,5). Konsentrasjonene utenfor Longyearbyen og Barentsburg lå henholdsvis i tilstandsklasse I (ubetydelig) og II (moderat forurenset). Konklusjonen fra undersøkelsen var bl.a. at sedimentene utenfor Pyramiden var påvirket av utslipp av bl.a. PCB. Konsentrasjonen her hadde i tillegg økt fra 1998 og fram til 2005, noe som tyder på en aktiv PCB-kilde. Undersøkelsen anbefalte at årsaken/kilden til økningen i PCB-konsentrasjoner fra 1998 til 2005 burde bli undersøkt nærmere.

I tillegg til noen høye konsentrasjoner av PCB i marine sedimenter har det blitt dokumentert lokal forurensning av PCB utenfor bosetningene Longyearbyen, Barentsburg, Pyramiden og Ny-Ålesund gjennom prøver av bunnlevende organismer (Hop m.fl., 2001). Det ble funnet høyere konsentrasjoner rett utenfor bosetningene enn i områder lenger ut i fjorden. Det ble her konkludert med at lokale kilder antakelig var viktigere enn langtransporterte kilder til PCB.

Norges geotekniske institutt (NGI) gjennomførte i 2000 en kartlegging av bakgrunnsverdier av bl.a. PCB i overflatejord fra Longyearbyen. Konsentrasjonene av PCB₇ var generelt lave (max-konsentrasjon 0,0083 mg/kg). Konsentrasjonene var imidlertid noe høyere enn i prøver fra det noe mindre antropogent berørte området på Platåfjellet. Det ble i rapporten stilt spørsmål hvorvidt de noe forhøyede konsentrasjonene i Longyearbyen skyldes langtransportert forurensning eller lokale kilder (Breedveld, 2000).

2. METODER

Basert på de tre undersøkelsene nevnt over gjennomførte Norges geologiske undersøkelse (NGU) i samarbeid med SFT og Sysselmannen på Svalbard i 2007 en prøvetaking av overflatejord og diverse materialer i Longyearbyen, Barentsburg og Pyramiden. Målet var å kunne avdekke eventuelle lokale, landbaserte kilder til PCB, som bl.a. forårsaker de forhøyede verdiene av PCB i marine sedimenter utenfor Pyramiden. Det ble samlet inn totalt 122 prøver av jord, maling/betong og oljer/isolasjon i tillegg til 11 små kondensatorer fra elektriske installasjoner. Innholdet av PCB₇ ble bestemt i samtlige prøver.

Jordprøvene ble samlet inn med en hagespade, og prøvene ble emballert i rilsanposer. Avflassende maling ble skrapet av fra utvalgte fasader med en liten kniv og sparkelspade. Betongbiter ble samlet inn fra enkelte bygninger, og det ble tappet av olje fra kasserte elektriske installasjoner. Små kondensatorer ble demontert fra lysarmatur, se Figur 1.



Figur 1. Demontering av kondensatorer fra lysarmatur. Det ble samlet inn 11 ulike kondensatorer fra Barentsburg, Pyramiden og Longyearbyen. *Sampling of capacitors.*

Prøvene ble sendt til det akkrediterte laboratoriet ALcontrol AB i Sverige for bestemmelse av PCB₇. Metoden går kort ut på å ekstrahere ut de fettløselige organiske forbindelsene fra prøvene ved hjelp av aceton og heksan, før ekstraktet blir analysert ved bruk av gaskromatograf, GC-ECD. Sammen med prøvene ble det regelmessig analysert blankprøver og kontrollprøver.

11 kondensatorer ble analysert av det akkrediterte laboratoriet GBA i Tyskland.

Usikkerheten i de kjemiske analysene er ca. 25 %, men den store usikkerheten generelt vil ligge i valget man gjør i felt, hvor man tar prøven fra, hvor stort prøvevolumet er, samt hva som kommer med under innveining av en "representativ" prøve i laboratoriet. Et lite malingsflak som inneholder PCB er nok til å gi høye konsentrasjoner av PCB i en jordprøve.

3. RESULTATER

Jord fra de russiske bosetningene er markert forurenset med PCB. Forurensningsgraden er betydelig lavere i Longyearbyen (se Tabell 1). Det er påvist svært høye konsentrasjoner av PCB i maling fra Barentsburg og Pyramiden. I Barentsburg er det også påvist PCB i betong. Det er påvist over 11 vektprosent PCB i russiske kondensatorer.

Tabell 1. Samlede resultater for prøvemediene jord, maling, betong, oljer og kondensatorer fordelt på hele materialet og Barentsburg/Pyramiden/Longyearbyen. Resultatene er for PCB₇ (mg/kg) angitt for minimumsverdi, 10-prosentil, 25-prosentil, median/gjennomsnitt, 75-prosentil, 90-prosentil og maksimalverdi.

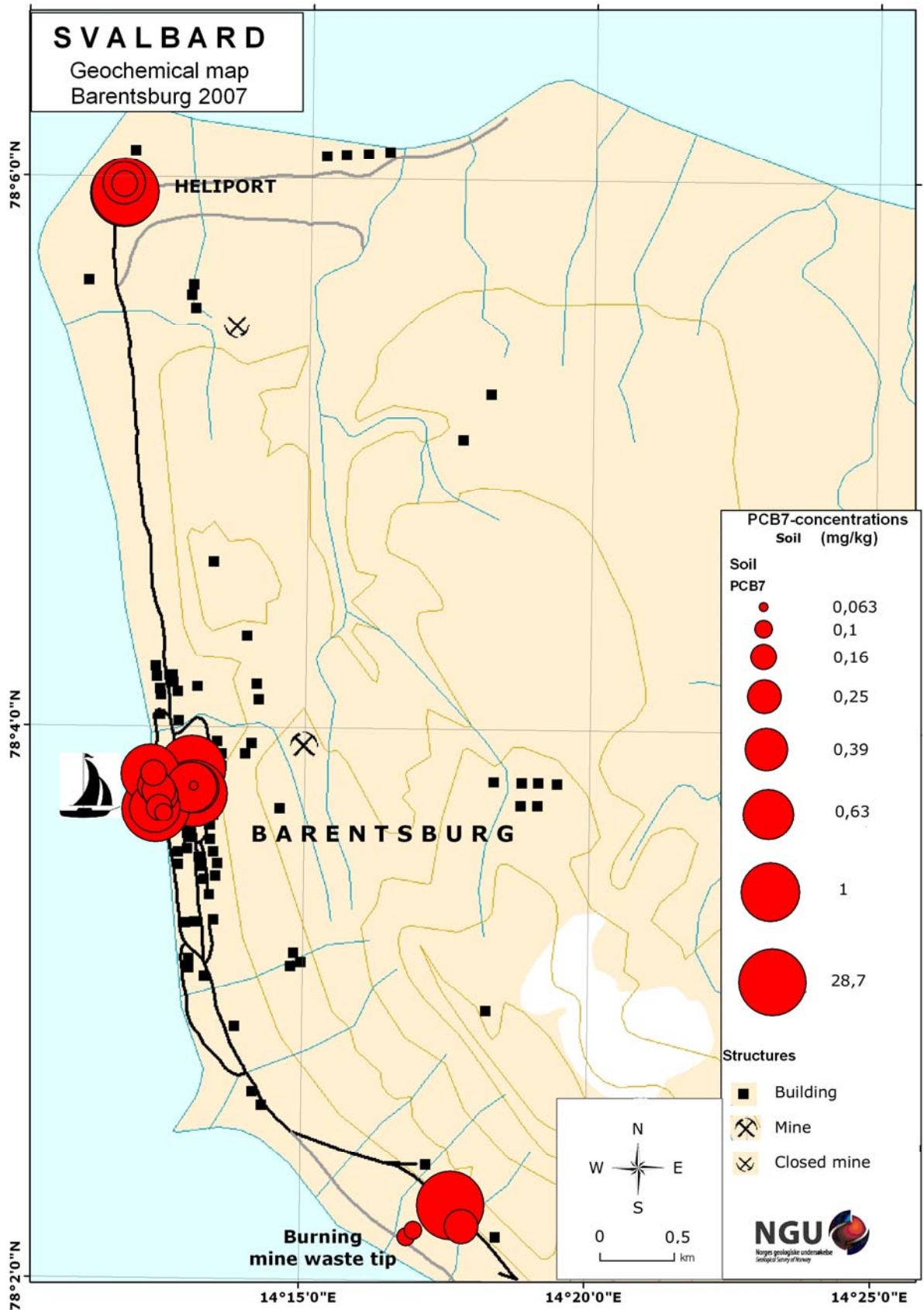
Results of PCBs in soil, paint, concrete, oil, and capacitors for the whole data set and Barentsburg, Pyramiden, and Longyearbyen individually. The results are presented as PCB₇ as mg/kg for the minimum value, 10th percentile, 25th percentile, median value, average value, 75th percentile, 90th percentile, and the maximum value.

mg/kg		No. of samples	Min	10 %	25 %	Median (50 %)	Average	75 %	90 %	Max
Soil	All	83	< 0,004	< 0,004	0,003	0,068	1,16	0,347	1,54	28,7
	Barentsburg	22	0,052	0,080	0,155	0,268	2,96	1,16	3,11	28,7
	Pyramiden	31	< 0,004	0,025	0,042	0,172	1,14	1,04	2,68	13,9
	Longyearbyen	30	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,010	0,007	0,019	0,131
Paint	All	27	< 0,004	0,016	0,053	0,236	183	3,00	54,3	3520
	Barentsburg	13	0,020	0,069	0,236	0,601	281	21,8	59,1	3520
	Pyramiden	7	< 0,004	0,00938	0,017	0,042	185	3,00	519	1290
	Longyearbyen	7	0,0048	0,01218	0,041	0,065	0,158	0,131	0,362	0,695
Concrete	All	8	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	1,05	0,337	3,04	7,09
	Barentsburg	3	< 0,004	-	-	1,31	2,80	-	-	7,09
	Pyramiden	3	< 0,004	-	-	< 0,004	0,005	-	-	0,013
	Longyearbyen	2	< 0,004	-	-	< 0,004	< 0,004	-	-	< 0,004
Oil	-	2	n.d.	-	-	-	-	-	-	0,054
Capacitors	-	11	n.d.	-	-	-	-	-	-	114000
Plastics	-	2	n.d.	-	-	-	-	-	-	0,021

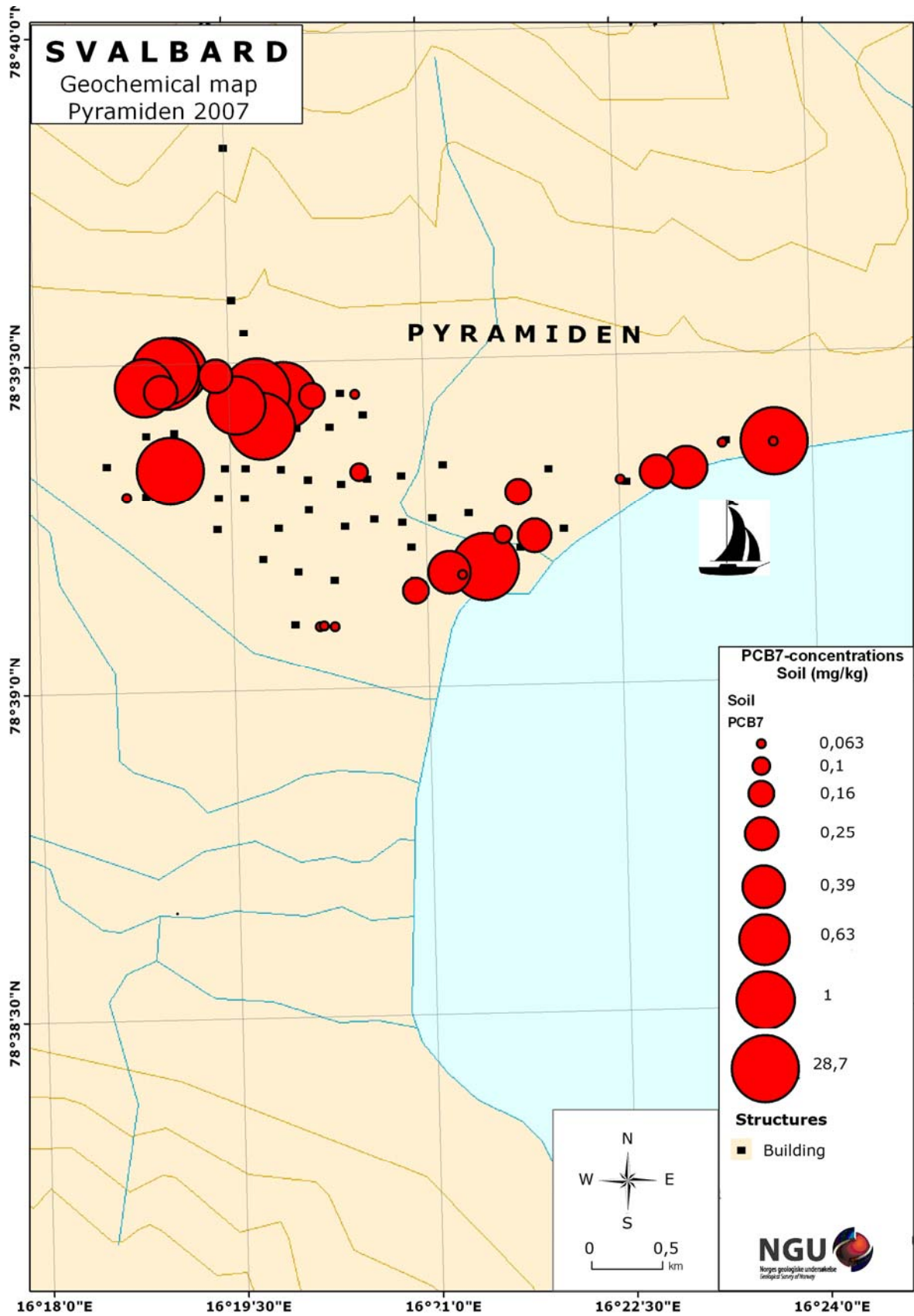
n.d. = not detected (ikke påvist)

3.1 Kartbilder – PCB₇ i overflatejord

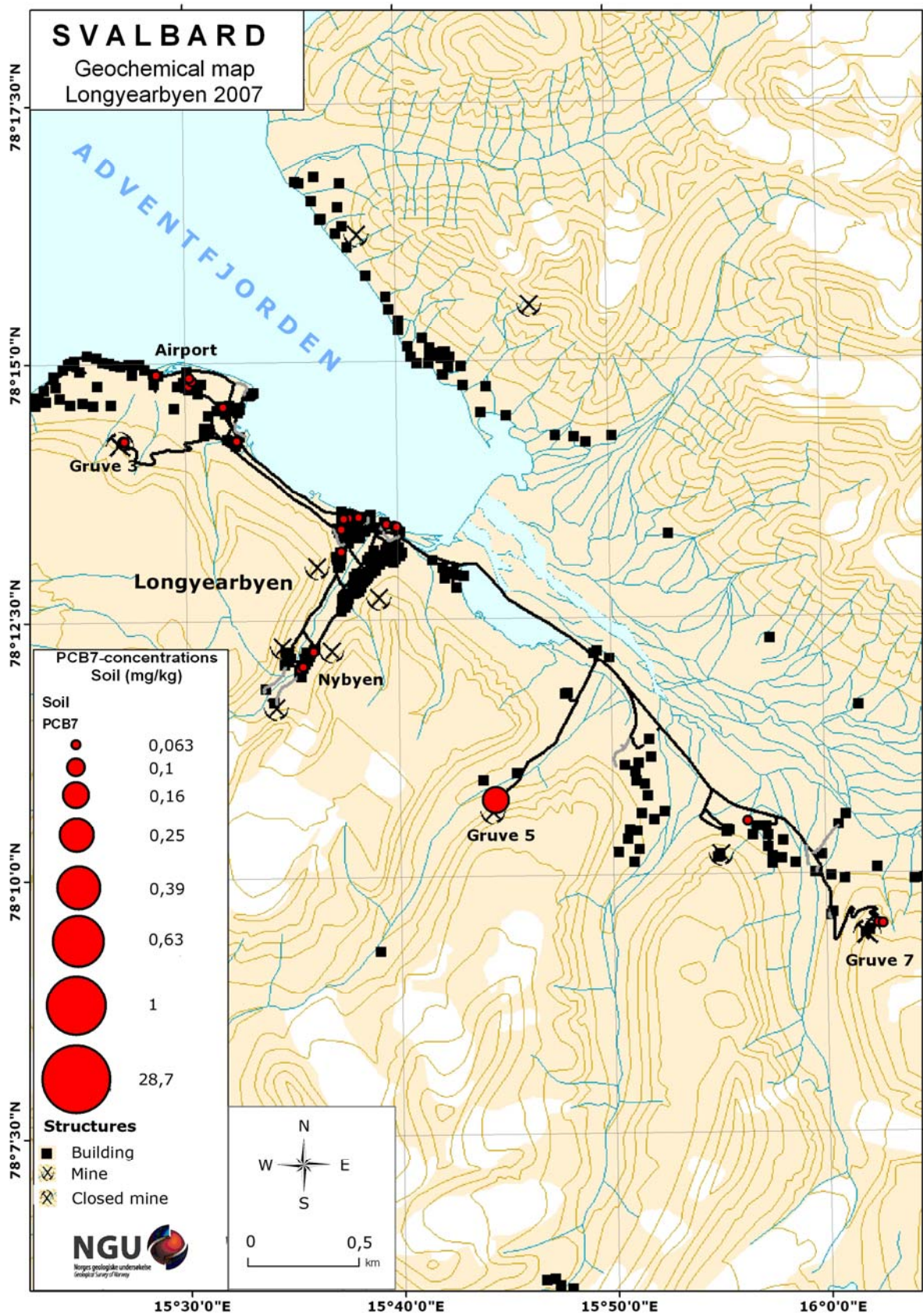
På de neste sidene er den geografiske fordelingen av PCB₇ i jord- og malingsprøver fra Barentsburg, Pyramiden og Longyearbyen vist.



Figur 2. Geografisk fordeling av PCB₇ i 22 jordprøver fra Barentsburg
Map of 22 soil samples from Barentsburg



Figur 3. Geografisk fordeling av PCB₇ i 31 jordprøver fra Pyramiden
Map of 31 soil samples from Pyramiden



Figur 4. Geografisk fordeling av PCB₇ i 30 jordprøver fra Longyearbyen
Map of 30 soil samples from Longyearbyen

3.2 Kartbilder – PCB₇ i maling/betong

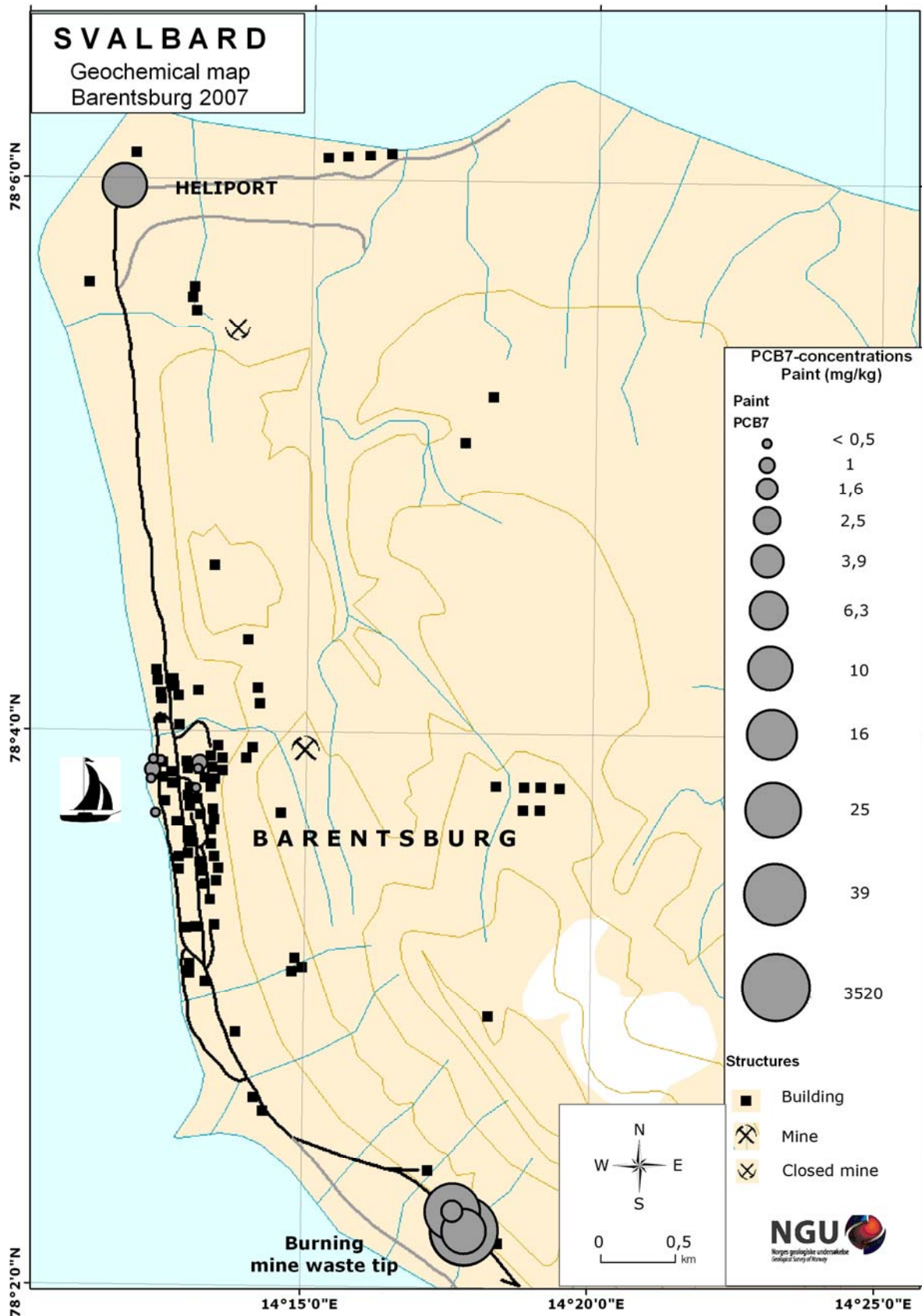
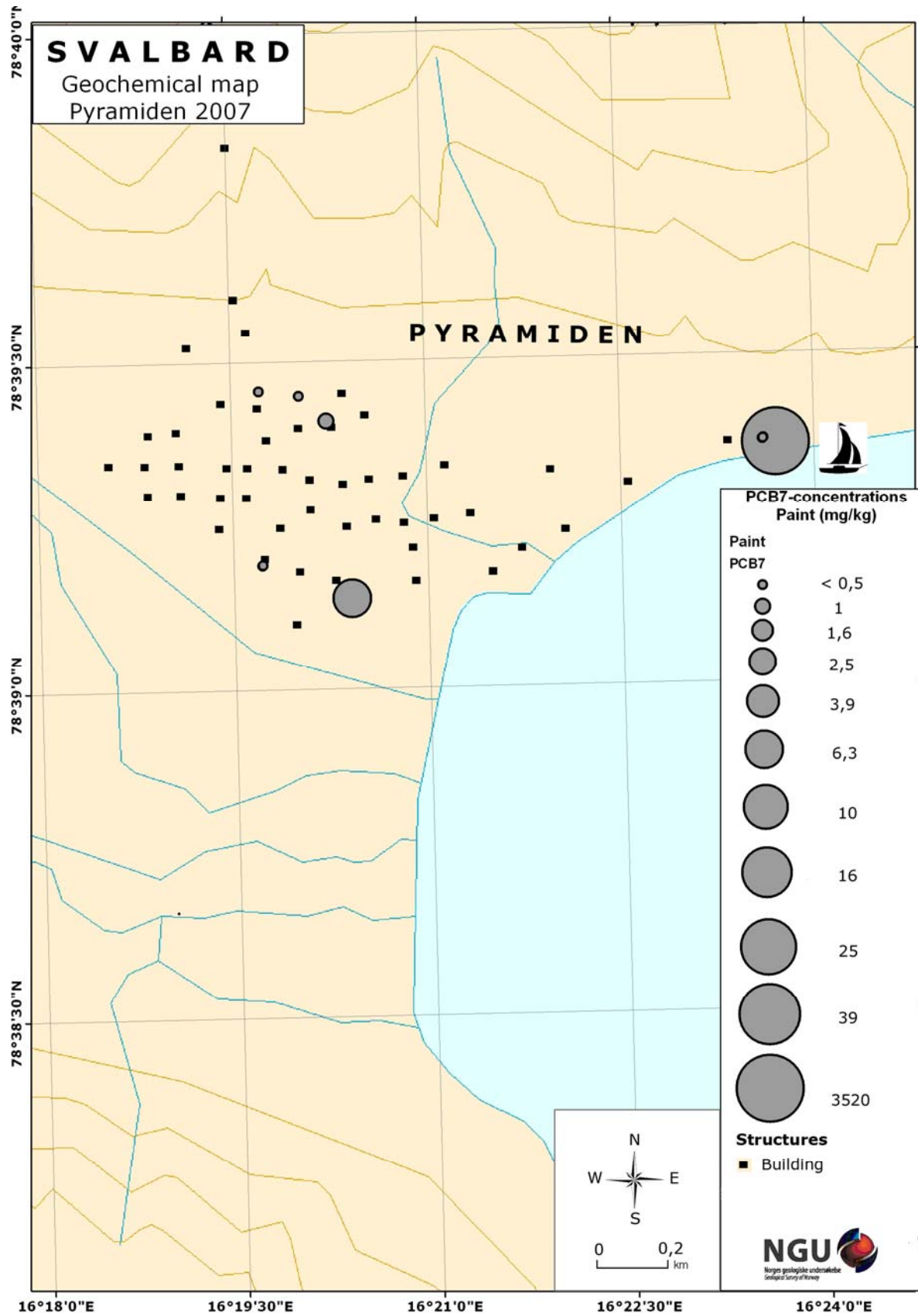
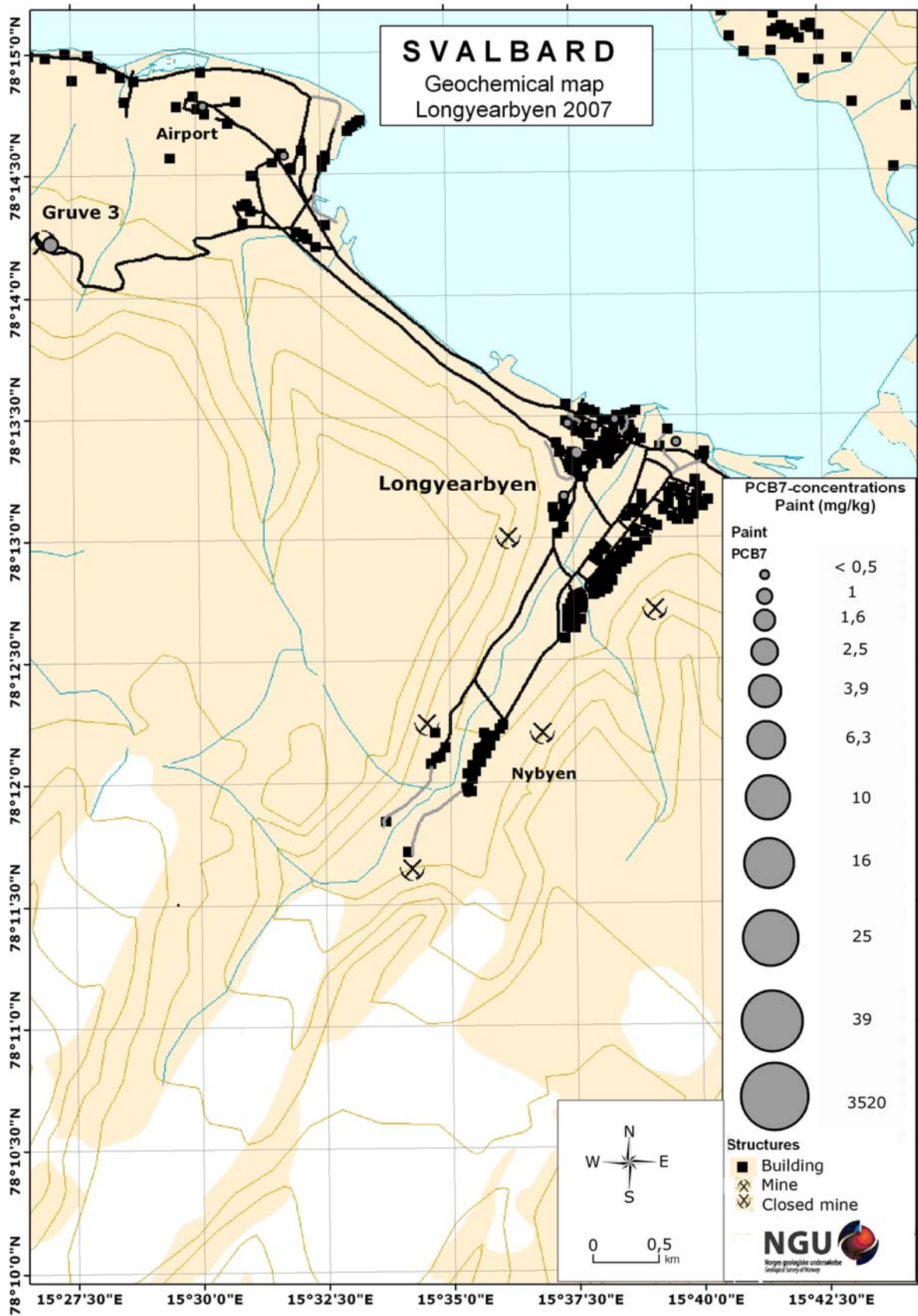


Figure 5. Geografisk fordeling av PCB₇ i 16 prøver av maling/betong fra Barentsburg
Map of 16 samples of paint from Barentsburg



Figur 6. Geografisk fordeling av PCB₇ i 10 prøver av maling/betong fra Pyramiden
Map of 10 samples of paint from Pyramiden



Figur 7. Geografisk fordeling av PCB₇ i 9 prøver av maling/betong fra Longyearbyen
Map of 9 samples of paint from Longyearbyen

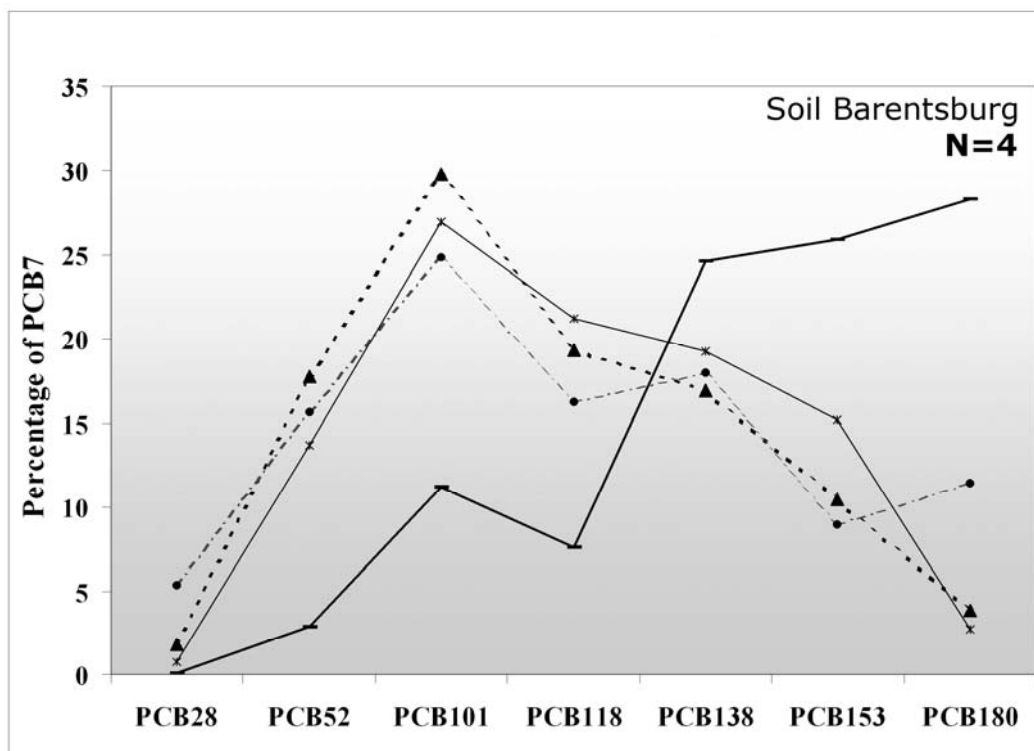
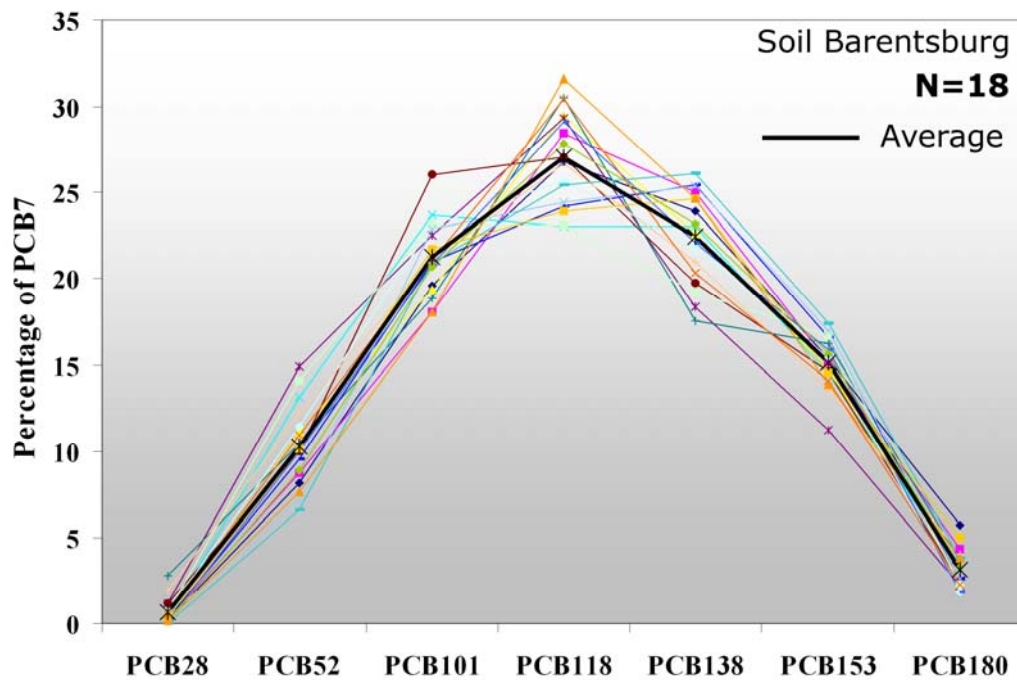
3.3 PCB₇-profiler

Flere land har produsert tekniske PCB-blandinger med ulike merkenavn, som f.eks. USA (Aroclor), Vest-Tyskland (Clophen), Japan (Kanechlor) og Sovjetunionen/Russland (bl.a. Sovol). I SFT-rapport 97:33 er det på basis av litteraturdata presentert standardprofiler for en rekke kjente tekniske blandinger (Koniczny og Mouland, 1997). I Figur 14 er tre vanlige, mellomklorete profiler angitt; Sovol (Sovjetunionen/Russland), 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 15 er to tekniske blandinger med mer høyklorete profiler 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 kan skyldes bl.a. analyseusikkerhet, nedbrytning eller kanskje viktigst at det er benyttet blandinger som ikke direkte stemmer overens med oppgitte tekniske profiler.

PCB-profilene for jord er likeartede for prøver fra de russiske bosetningene (Figur 8 og Figur 10), mens jordprøvene fra Longyearbyen har helt ulik PCB-profil (Figur 12). Det samme gjelder for profilene fra malingsprøvene.

De tekniske PCB-blandingene som har vært benyttet på Svalbard har vært fabrikkert både i Russland/Øst-Europa og i Tyskland/USA.

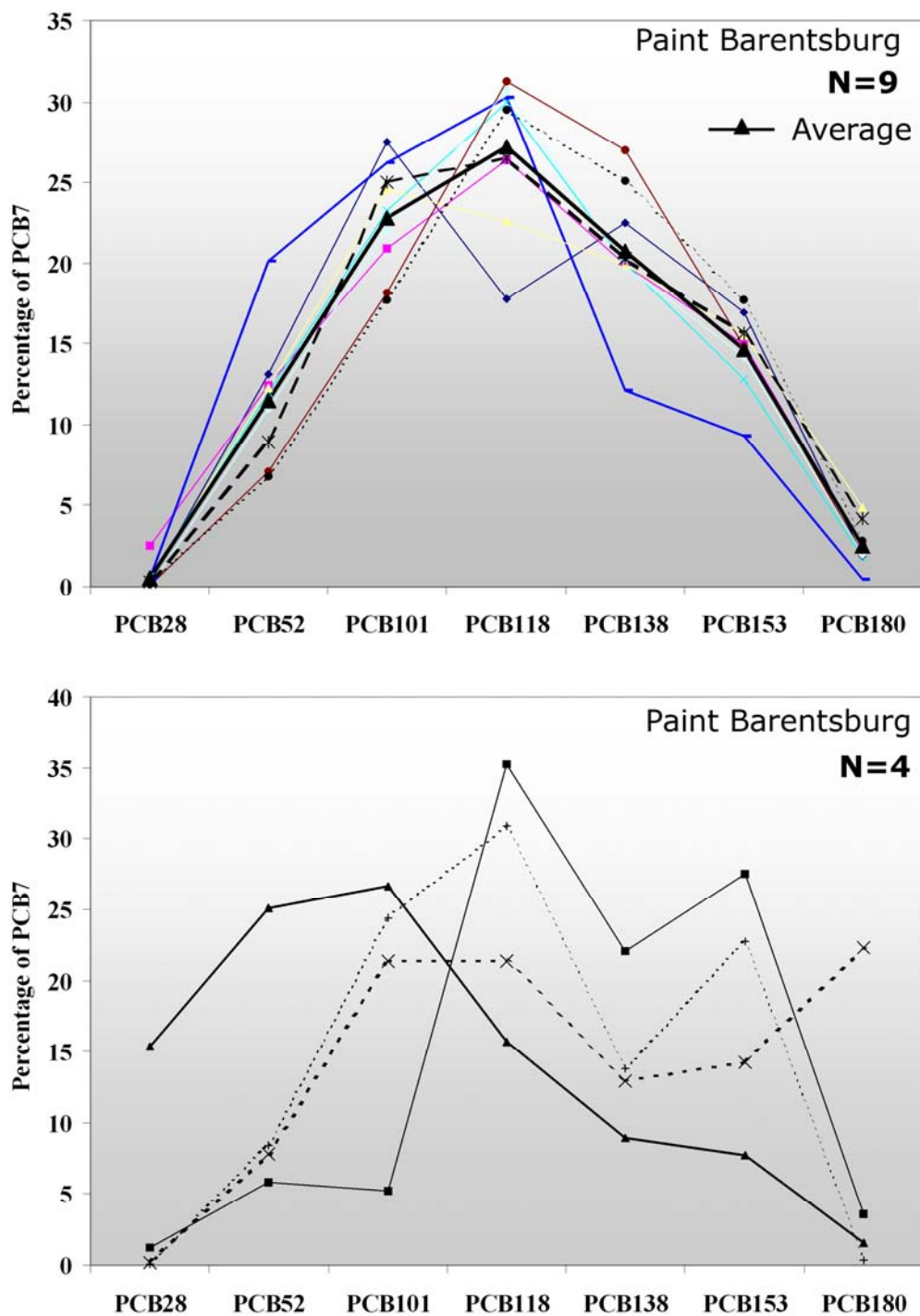
3.3.1 BARENTSBURG - Jord



Figur 8. Jordprøver fra Barentsburg. Profiler som viser andelen av de sju kongenerne som inngår i PCB₇. En visuell sammenligning av prøver kan gi en indikasjon på eventuell felles kilde, men det er viktig å påpeke at analyseusikkerhet og en eventuell nedbrytning/spredning av enkeltkongener kan forekomme. Den øvre figuren viser profilene for hovedandelen av prøvene tatt i Barentsburg. Kurvene i figuren under viser profilene for fire prøver som avviker sterkt fra resten.

PCB₇ -profiles in samples of soil from Barentsburg. Majority of samples (top) and outliers (bottom).

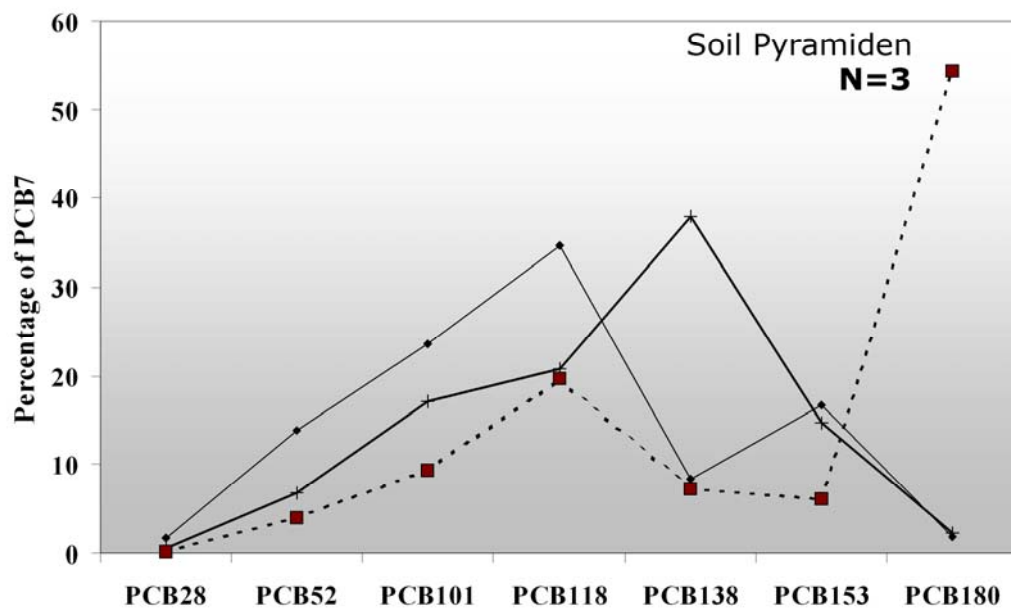
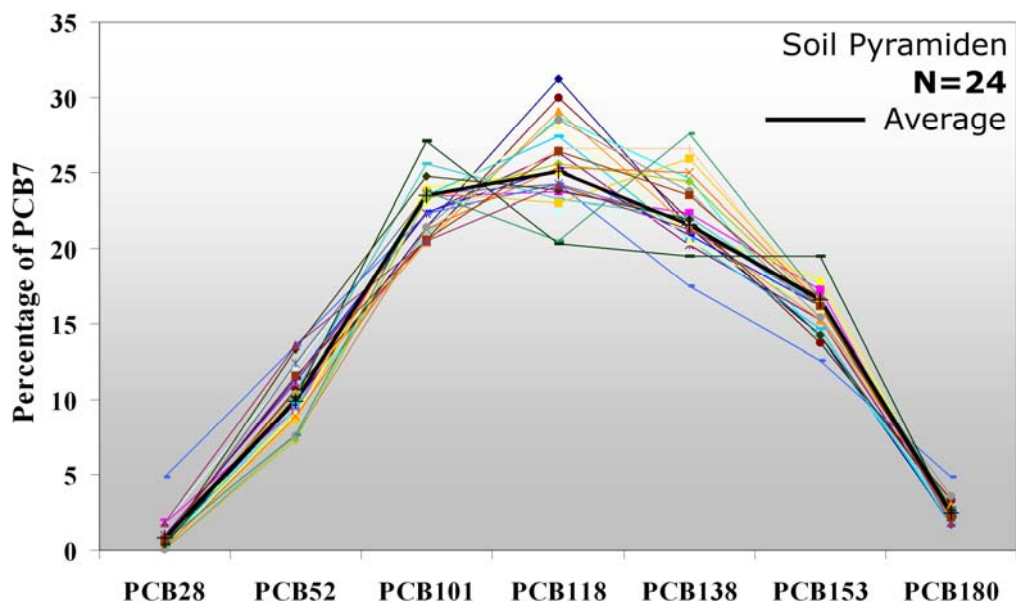
3.3.2 BARENTSBURG - Maling



Figur 9. Malingsprøver fra Barentsburg. Profiler som viser andelen av de sju kongenerne som inngår i PCB₇. En visuell sammenligning av prøver kan gi en indikasjon på eventuell felles kilde, men det er viktig å påpeke at analyseusikkerhet og en eventuell nedbrytning/spredning av enkeltkongenerne kan forekomme. Den øvre figuren viser profilene for hovedandelen av malingsprøvene fra Barentsburg. Kurvene i figuren under viser profilene for fire prøver som avviker sterkt fra resten.

PCB₇-profiles in samples of paint from Barentsburg. Majority of samples (top) and outliers (bottom).

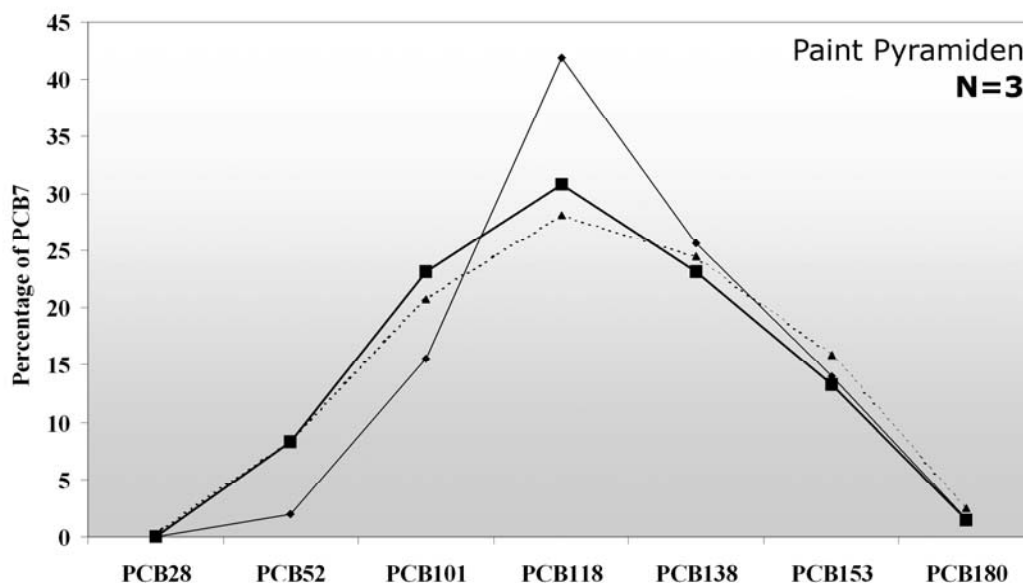
3.3.3 PYRAMIDEN – Jord



Figur 10. Jordprøver fra Pyramiden. Profiler som viser andelen av de sju kongenerne som inngår i PCB₇. En visuell sammenligning av prøver kan gi en indikasjon på eventuell felles kilde, men det er viktig å påpeke at analyseusikkerhet og en eventuell nedbrytning/spredning av enkeltkongenerne kan forekomme. Den øvre figuren viser profilene for hovedandelen av prøvene tatt i Pyramiden. Kurvene i figuren under viser profilene for tre prøver som avviker sterkt fra resten.

PCB₇-profiles in samples of soil from Pyramiden. Majority of samples (top) and outliers (bottom).

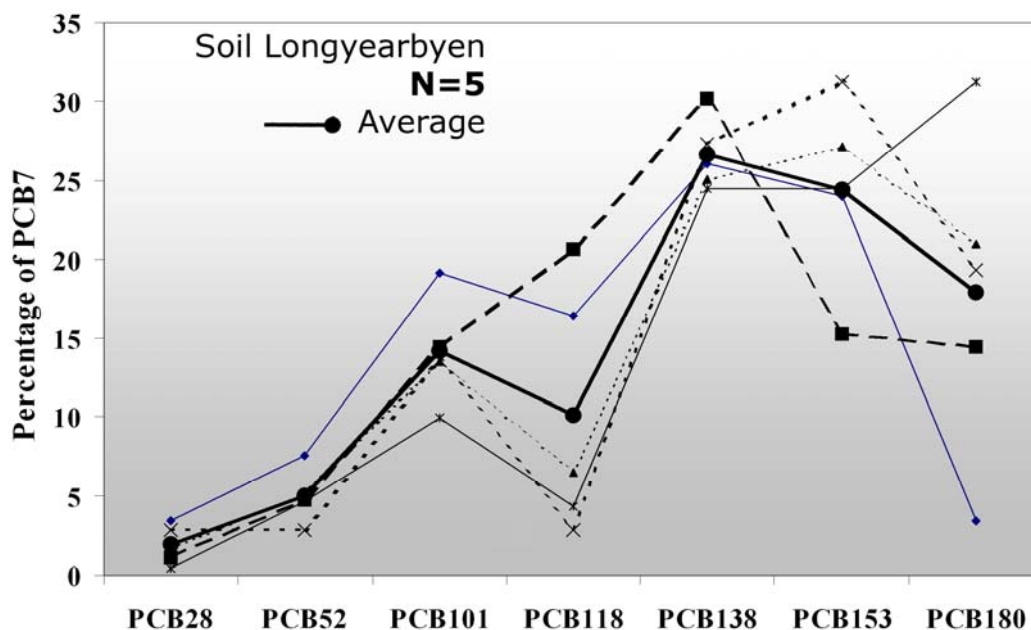
3.3.4 PYRAMIDEN – Maling



Figur 11. Malingsprøver fra Pyramiden. Profiler som viser andelen av de sju kongenerne som inngår i PCB₇. En visuell sammenligning av prøver kan gi en indikasjon på eventuell felles kilde, men det er viktig å påpeke at analyseusikkerhet og en eventuell nedbrytning/spredning av enkeltkongenerne kan forekomme.

PCB₇-profiles in samples of paint from Pyramiden.

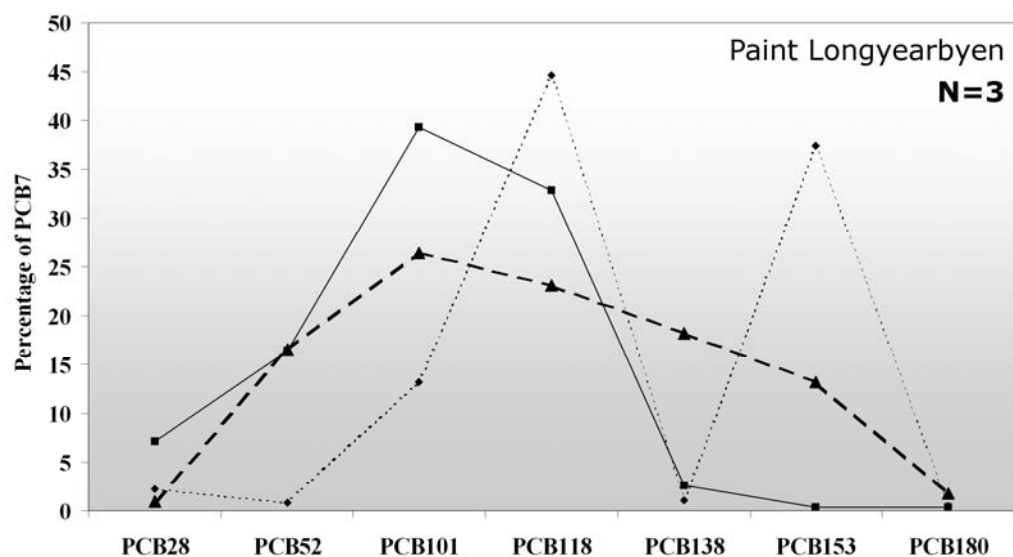
3.3.5 LONGYEARBYEN – Jord



Figur 12. Jordprøver fra Longyearbyen. Profiler som viser andelen av de sju kongenerne som inngår i PCB₇. En visuell sammenligning av prøver kan gi en indikasjon på eventuell felles kilde, men det er viktig å påpeke at analyseusikkerhet og en eventuell nedbrytning/spredning av enkeltkongenerne kan forekomme.

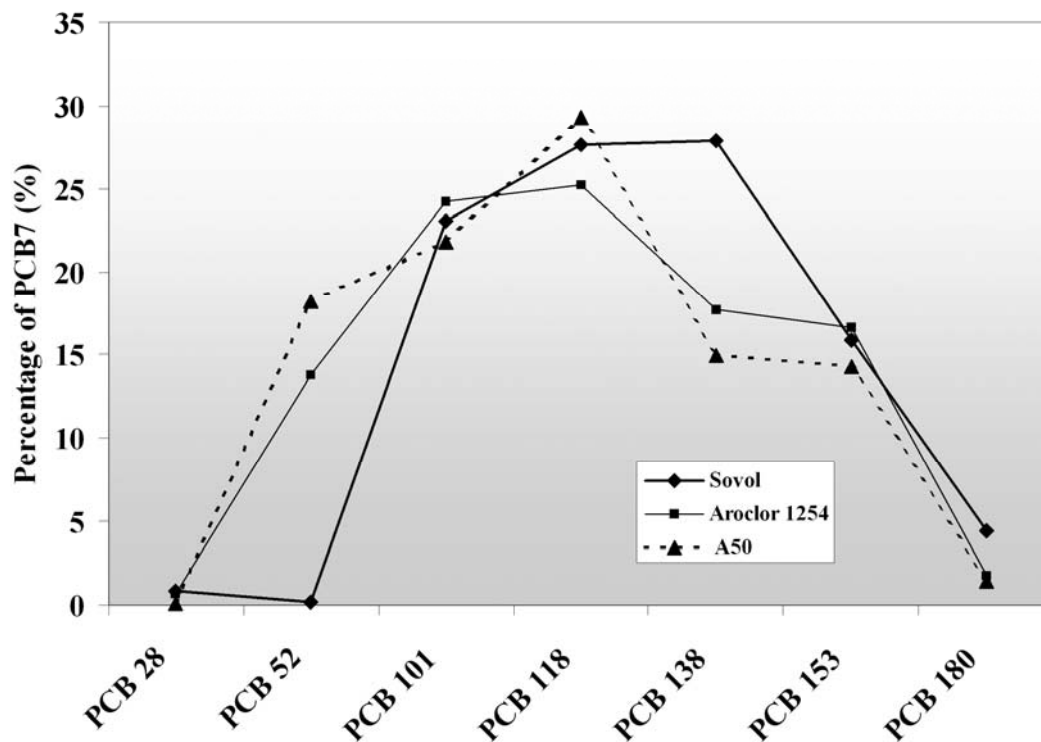
PCB₇-profiles in samples of soil from Longyearbyen.

3.3.6 LONGYEARBYEN – Maling



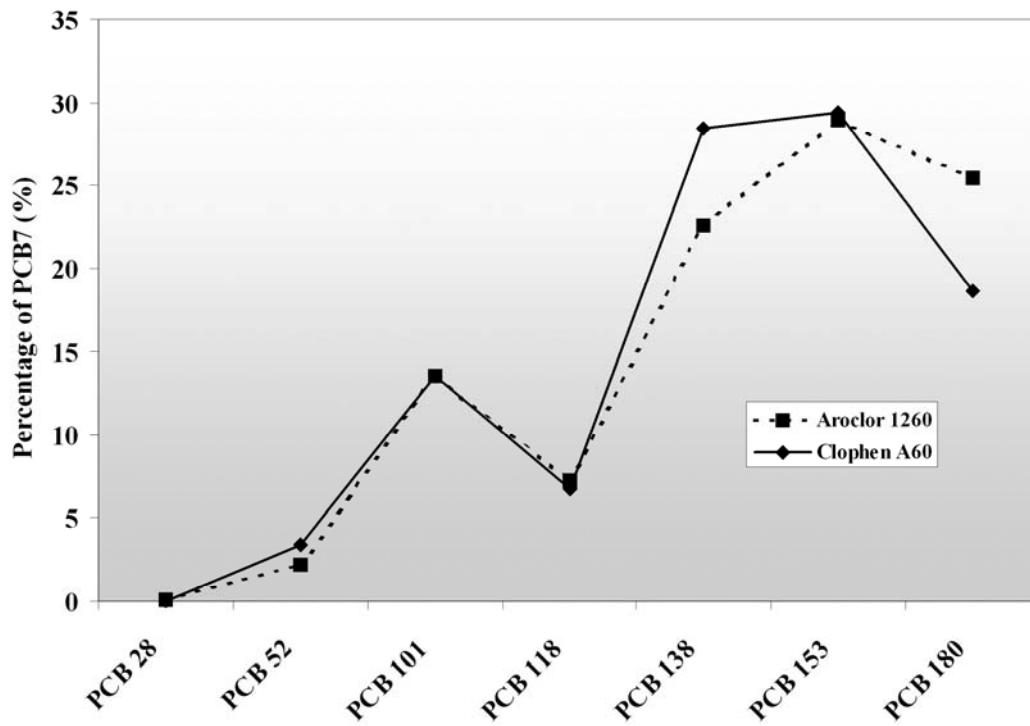
Figur 13. Malingsprøver fra Longyearbyen. Profiler som viser andelen av de sju kongenerne som inngår i PCB₇. En visuell sammenligning av prøver kan gi en indikasjon på eventuell felles kilde, men det er viktig å påpeke at analyseusikkerhet og en eventuell nedbrytning/spredning av enkeltkongener kan forekomme.

PCB₇-profiles in samples of paint from Longyearbyen.



Figur 14. PCB₇ – standardprofiler for de tekniske blandingene Sovol, Aroclor 1254 og Clophen A50.

Standard profiles of the technical mixtures Sovol, Aroclor 1254 and Clophen A50.



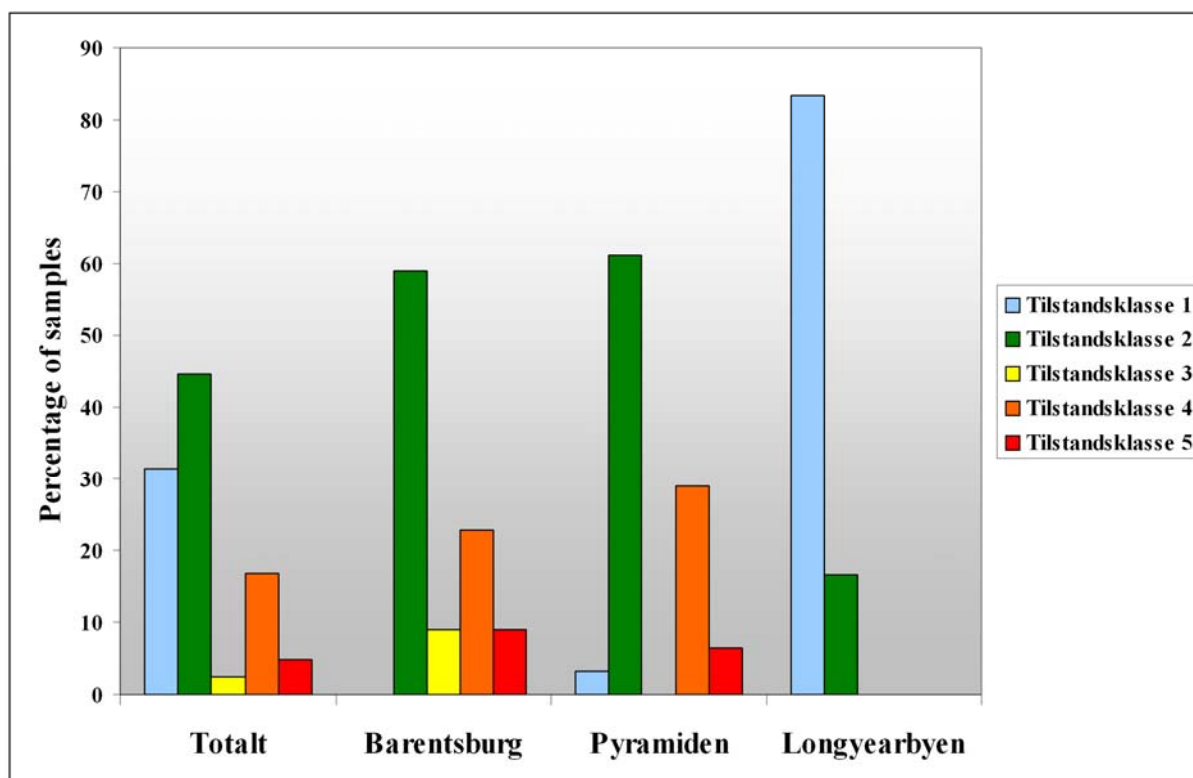
Figur 15. PCB₇ – standardprofiler for de tekniske blandingerne Aroclor 1260 og Clophen A60.
Standard profiles of the technical mixtures Aroclor 1260 and Clophen A60.

3.4 PCB – tilstandsklasser for jord

Ottesen m.fl. (2007) har utarbeidet et forslag til tilstandsklasser for jord, og hvilke konsentrasjoner som kan aksepteres ved et gitt arealbruk. Akseptkriteriene og konsentrasjonen av PCB₇ for de enkelte klassene er vist i Tabell 2. Hvordan jordprøvene totalt sett, og fra Barentsburg, Pyramiden og Longyearbyen fordeler seg i henhold til tilstandsklassene, er vist i Figur 16.

Tabell 2. Forslag til tilstandsklasser for PCB₇ i jord. Konsentrasjonene er angitt i mg/kg. (Ottesen m.fl., 2007). *Classification of PCB₇ content in soil (mg/kg).*

Stoff mg/kg	Tilstandsklasse 1	Tilstandsklasse 2	Tilstandsklasse 3	Tilstandsklasse 4	Tilstandsklasse 5
Egnet til følgende arealbruk	All arealbruk, unntatt landbruk	Bolig, barneparker/ "normale" barnehager, lekeplasser inklusive, parker, badestrender	Byområder uten bolig: Gater og torg, opphold og transport, kontor	Industri, hovedvei, jernbane	Aktive avfallsanlegg og nedlagte deponier
ΣPCB ₇	< 0,01	0,01-0,5	0,5-0,7	0,7-4,4	4,4-50



Figur 16. Prosentvis andel av jordprøver fra hele datasettet (Totalt N=83), Barentsburg (N=22), Pyramiden (N=31) og Longyearbyen (N=30) fordelt i de ulike tilstandsklassene presentert i Tabell 2 ut fra konsentrasjonen av PCB₇. *Percentage of soil samples within the classification range in Tabell 2.*

3.5 PCB i jord og maling – sammenligning mellom Svalbard og fastlands-Norge

Tabell 3. 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) e.g. Eggen et al., 2007 ; Haugland et al., 2005 ; Haugland et al., 2006
	Oslo (2006)	6876	< 0,004	< 0,004 - 9,00	Ottesen et al. (2000)
	Trondheim (2000)	262	< 0,004	< 0,004 - 0,420	Ottesen and Volden (1999)
	Bergen (1999)	20	0,007	< 0,004 - 0,950	
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.

4. DISKUSJON

Denne undersøkelsen har vært en innledende undersøkelse på om det finnes lokale kilder til miljøgiften PCB i bosetningene og rundt virksomhetene i Barentsburg, Pyramiden og Longyearbyen. Det ble samlet inn 122 prøver fra de tre stedene fordelt på 83 jordprøver, 27 malingsprøver, 8 betongprøver, 2 oljeprøver og 2 prøver av plastisk materiale i tillegg til 11 prøver av kondensatorer. Dette prøveantallet skal være tilstrekkelig til å kunne produsere en pålitelig median/gjennomsnittsverdi, men er for lite til å gi en tydelig geografisk oversikt over forurensningen på hvert enkelt sted. Det er derfor viktig å bemerke at prøveantallet ikke kan gi et godt nok grunnlag for stedsspesifikk opprydning eller tiltak, f.eks. av overflatejord eller bygningsmaterialer.

Noe av bakgrunnen for undersøkelsen var de forhøyede konsentrasjonene av PCB i marine sedimenter utenfor Pyramiden, og at konsentrasjonene hadde økt mellom 1998 og 2005. Konsentrasjonen av PCB₇ i jord fra Pyramiden har en medianverdi på 0,172 mg/kg, og en max-verdi på 13,9 mg/kg. Det ble også funnet høye konsentrasjoner av PCB₇ i både kondensatorer (108000 mg/kg = 10,8 %) og maling (1290 mg/kg) fra Pyramiden. Undersøkelsen avdekket også høye konsentrasjoner av PCB i både jord og produkter fra Barentsburg med en medianverdi og max-verdi på hhv. 0,268 mg/kg og 28,7 mg/kg. Konsentrasjonene i jord fra Barentsburg og Pyramiden er langt høyere enn hva som tidligere er funnet i byer på fastlands-Norge, som for eksempel Bergen (se Tabell 3). Konsentrasjonene som ble funnet i Longyearbyen var lave (mediankonsentrasjon i jord på 0,002 mg/kg), men noe PCB ble funnet i prøver av maling fra gruve 3 (0,695 mg/kg) og i jord fra Nybyen. I en tidligere undersøkelse er det funnet noe PCB i maling fra Nybyen (se Tabell 2). Det er foretatt en utfasing av PCB-holdige kondensatorer i Longyearbyen, men det er ikke kjent at dette er tilfelle i Barentsburg og Pyramiden.

Det ligger store mengder med diverse avfall over store områder i både Barentsburg og Pyramiden. Dette omfatter elektriske installasjoner, oljefat og bygningsmaterialer (Figur 17). Dette vil over tid føre til ytterligere lokal forurensning av jord. Det er ikke mulig å fastslå om avfallet er PCB-holdig uten at det utføres kjemiske analyser på prøvematerialer. I Pyramiden ble det identifisert lekkasje fra en kassert elektrisk utstyrsenhet (t.h. i Figur 17) som sto åpent med et deksel fjernet. Et avgrenset fast, tjærelignende stoff med volum på ca 30-50 liter. Enhetene, utlekket masse og kontaminert jord ble i ettertid sanert av Sysselmanen, i samarbeid med Trust Arktikugol og SFT. Skal man bli kvitt de lokale PCB-utfordringene i Barentsburg og Pyramiden er imidlertid en mer omfattende oppryddingsaksjon nødvendig. De PCB-holdige bygningsfasadene i Barentsburg, Pyramiden og Longyearbyen vil være aktive kilder så lenge det er maling igjen på ytterveggene, og det vil etter hvert frigjøres PCB-holdige malingsflak og partikler til jorda rundt bygningene. Det vil bli en stor jobb å bli kvitt dette, men sandblåsing under god beskyttelse og levering av massene til et godkjent mottak for destruksjon vil være en løsning på denne utfordringen.



Figur 17. Store mengder avfall ligger åpent over store områder i bl.a. Barentsburg og Pyramiden.
Large amounts of waste in Barentsburg and Pyramiden.

Ut fra de foreslåtte tilstandsklassene for jord (Ottesen m.fl., 2007) vil samtlige prøver fra Longyearbyen falle inn under klasse 1 (87 %) og 2 (13 %). I Barentsburg og Pyramiden ligger hhv. 59 % og 61 % av prøvene i klasse 2, mens det er hhv. 10 % og 7 % som faller inn under klasse 5 opp mot klassifiseringsgrensen for farlig avfall på 50 mg/kg for PCB₇.

Utlekkingspotensialet for PCB fra landområdene til sjøen er ikke spesifikt vurdert i denne undersøkelsen. Det kan imidlertid nevnes at Pyramiden ofte blir utsatt for en flomstor elv som lett transporterer løsmasser ut i fjorden, se bilder i Figur 18. Dette er også en mulighet i Barentsburg og Longyearbyen. Elvene har forgrenede og skiftende elveløp som lett kan erodere i forurenset jord og spre massene til det marine miljøet. Vinderosjon vil også være betydelig i deler av året.

Vi kan ikke med sikkerhet konkludere om det er de lokale PCB-kildene i Pyramiden/Barentsburg eller eventuell langtransportert tilførsel som forårsaker økte konsentrasjoner ute i de marine sedimentene. Dette bør kvantifiseres i en oppfølgende undersøkelse. Forurenset grunn og produkter som inneholder PCB i Pyramiden og Barentsburg bør imidlertid fjernes før de forårsaker ytterligere spredning til de marine sedimentene.



Figur 18. Elveerosjon kan være en vesentlig faktor til spredning av forurensede masser i Barentsburg (venstre), Pyramiden (høyre, øverst) og Longyearbyen (høyre, nederst).
Eolian erosion may cause dispersion of polluted materials.

PCB-profilene som er angitt i kapittel 3.3 viser at flertallet av prøvene har en hovedandel av mellomklorerte kongenere, men noen av profilene i jord og maling avviker sterkt fra dette. Det er viktig å være klar over at det er en rekke forhold som kan forstyrre PCB₇-profilene, som f.eks. varierende grad av nedbrytning/fordamping av enkeltkongenere og analyseusikkerhet. Likevel ser et flertall av prøvene ut til å kunne relateres til mellomklorerte tekniske blandinger som det finnes data på, f.eks. Sovol, Aroclor 1254 eller Clophen A50, jfr. Figur 14. Det er vanskelig å spekulere i hvor all PCB som er brukt på Svalbard kommer fra ut fra profilene, men det er ikke utenkelig at det er tekniske blandinger som er produsert i tidligere Sovjetunionen (Sovol). Det er tydelig at jordprofilene fra Longyearbyen, som også har lavere konsentrasjoner, har en helt annen kongenersammensetning enn prøvene fra Barentsburg/Pyramiden. Profilene fra Longyearbyen ligner på de vestlig produserte, høyklorerte tekniske blandinger som Aroclor 1260 eller Clophen A60, mens profilene fra de russiske bosetningene generelt ligner på standardprofilen for Sovol.

Denne undersøkelsen ble iverksatt for å undersøke om det finnes lokale kilder til PCB i bosetningene på Svalbard. Det er helt tydelig at PCB er brukt både i elektriske installasjoner og i maling. Resultatene viser at PCB-forurensningen i jord er størst i de russiske bosetningene Barentsburg og Pyramiden. Ny-Ålesund ble ikke inkludert i denne undersøkelsen, men burde også blitt prøvetatt med samme metode.

5. KONKLUSJON OG ANBEFALING

Denne undersøkelsen har påvist betydelige konsentrasjoner av PCB i produkter og jord fra de russiske bosetningene i Barentsburg og Pyramiden. I Longyearbyen er det kun påvist lave konsentrasjoner av PCB i maling og jord.

Profilene fra Longyearbyen ligner på de vestlig produserte, høyklorerte tekniske blandinger som Aroclor 1260 eller Clophen A60, mens profilene fra de russiske bosetningene generelt ligner på standardprofilen for Sovol.

Det er stor risiko for videre spredning av PCB fra de russiske bosetningene. Spredningen skjer og vil skje ved fluvial- og eolisk erosjon. Tiltak må gjennomføres for å hindre fremtidig spredning.

Store mengder avfall/farlig avfall ligger fritt i naturen. Dette bør ryddes bort så raskt som mulig.

Det anbefales å gjennomføre en tilsvarende undersøkelse i Ny Ålesund.

6. 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, 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).

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.

- 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.
- Braathen, M., Derocher, A.E., Wiig, Ø., Sørmo, E.G., Lie, E., Skaare, J.U. and 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.
- Breedveld, G., 2000. Terrestriske bakgrunnsverdier i Longyearbyen. Sysselmannen på Svalbard, Dokumentnr. 994070-5, 11 s.
- Cochrane, S., Næs, K., Carroll, J., Trannum, H.C., Johansen, R. and Dahle, S., 2001. Marin miljøundersøkelse ved bosetningene Barentsburg, Longyearbyen og Pyramiden i Isfjorden, Svalbard. Akvaplan-niva rapport 414.1466., 57 s.
- Dietz, R., Riget, F.F., Sonne, C., Letcher, R., Born, E.W. and 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.
- Eggen, O.A., Haugland, T., Finne, T.E. og Jartun, M., 2007. Kartlegging av jordforurensning i 58 barnehager i bydel Østensjø. NGU-rapport 2007.016, 98 s.
- 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.
- Hansen, H.J., Danielsberg, A., Tuttle, K. og Olsen, B., 1998. Kartlegging av deponier, forurenset grunn og etterlatenskaper på Svalbard. SFT-rapport 98:04, 48 s.
- Haugland, T., Ottesen, R.T., Volden, T. og Jartun, M., 2005. Jordforurensning i OBY-barnehager innenfor Ring 2. NGU-rapport 2005.064, 128 s.
- Haugland, T., Ottesen, R.T., Volden, T. og Gaut, S., 2006. Jordforurensning i barnehager innenfor Ring 2 – del 2. NGU-rapport 2006.028, 89 s.
- Henriksen, E.O., Gabrielsen, G.W., Skaare, J.U., Skjeggstad, N. and 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.
- Hop, H., Sagerup, K., Schlabach, M. and Gabrielsen, G.W., 2001. Persistent organic pollutants in marine macro-benthos near urban settlements on Svalbard; Longyearbyen, Pyramiden, Barentsburg and Ny-Ålesund. Norsk Polarinstitutt Rapport, 33 s.
- Jartun, M., Ottesen, R.T. og Volden, T., 2002: Jordforurensning i Tromsø. NGU-rapport 2002.041, 44 s.
- Jartun, M., 2003. Jordforurensning i Tromsø. Hovedfagsoppgave til graden Cand.scient., NTNU, Institutt for Kjemi, 151 s.
- Jartun, M. og Volden, T., 2006. Jordforurensning i Harstad. NGU-rapport 2006.014, 97 s.

Knudsen, L.B., Sagerup, K., Polder, A., Schlabach, M., Josefsen, T.D., Strøm, H., Skåre, J.U. og 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.

Konieczny, R.M. og Moulund, L., 1997. Tolkning av PCB-profiler og beregning av totalt PCB-innhold i marine sedimenter. SFT-rapport 97:33. 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. and 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.

Murvoll, K.M., Skaare, J.U., Jensen, H. and 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.

Ottesen, R.T. og 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. og Volden, T., 2000. Forurenset grunn og sedimenter i Trondheim kommune: Datarapport. NGU-rapport 2000.115, 57 s.

Ottesen, R.T., Alexander, J., Joranger, T., Rytter, E. og Andersson, M., 2007. Forslag til tilstandsklasser for jord. NGU-rapport 2007.019, 67 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. and 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.

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.

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.