

NGU Rapport 2010.051

PCB i maling og sandfang fra området  
Kirkebukten, Bergen



Rapport nr.: 2010.051		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: PCB i maling og sandfang fra området Kirkebukten, Bergen				
Forfatter: John F. Alston, Ola A. Eggen og Morten Jartun		Oppdragsgiver: Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif)		
Fylke: Hordaland		Kommune: Bergen		
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 32	Pris: Kr. 140,-	
Feltarbeid utført: Januar-April 2010		Rapportdato: September 2010	Prosjektnr.: 335200	Ansvarlig: <i>Roy Tor Ottosen</i>
Sammendrag:				
<p>Dette pilotprosjektet i Kirkebukten er en del av et større prosjekt med målsetning om å identifisere forurensningskilder og utføre tiltak for å rense opp i forurensede sedimenter i Byfjorden. Norges geologiske undersøkelse (NGU) ble invitert med i prosjektet for å studere PCB-innholdet i malings- og sandfangsprøver i et utvidet nedslagsfelt til Kirkebukten, og bruke denne informasjonen til å få en oversikt over potensialet for tilførsel av PCB fra dette området på land til de marine sedimentene i Kirkebukten.</p> <p>Vi har påvist PCB-holdig maling i 14 av 67 bygninger i denne undersøkelsen. Resultatene fra malingsprøvene betyr at 21 % av bygningene i undersøkelsen har PCB med et konsentrasjonssprang fra &lt;0,35 (deteksjonsgrense) til 33 mg/kg PCB<sub>7</sub>. Konsentrasjonene i malingsprøvene passer godt med funn fra tidligere undersøkelser i Bergen. De høyeste verdiene finnes i område nærmest sjøkanten.</p> <p>Resultatene fra sandfangprøvene viser et konsentrasjonssprang fra &lt;0,02 til 0,402 mg/kg PCB<sub>7</sub>. PCB<sub>7</sub> ble påvist i 43 % av sandfangsprøvene. De høyeste verdiene finnes også for sandfangssedimenter i området nærmest sjøkanten. Resultatene indikerer at det kan finnes flere ulike kilder til PCB i området, ikke nødvendigvis bare maling som vi har undersøkt. PCB fra maling spres lett til grunnen, enten til jord eller til tette flater, da vi kun har samlet inn allerede avflassende malingsflak. Sandfangsprøvene viser at det aktivt blir transportert forurensede sedimenter via overvann og avløpsledninger. Disse resultatene tyder på at avløpsledninger sannsynligvis har en betydelig påvirkning når det gjelder tilførsel av PCB til havnesedimentene.</p> <p>Resultatene fra denne undersøkelsen viser at det er ønskelig å gjøre tiltak også på land for å kunne hindre spredning av forurensede materialer fra selve kildene før de havner i avløpsnett. Dette vil være en sentral del mot målet om å få til en langvarig opprydding ute i de marine sedimentene på sikt.</p>				
Emneord: PCB		Sandfang	Maling	
Spredning		Bymiljø	Tiltak	



## Innhold

1.0	English summary .....	6
2.0	Konklusjon .....	7
3.0	Introduksjon .....	10
3.1	Mål for undersøkelsen .....	10
3.2	Tidligere undersøkelser av PCB i Bergen .....	10
4.0	Metoder.....	11
4.1	Prøvetaking av maling .....	11
4.2	Prøvetaking av sandfang .....	11
4.3	Kjemiske analyser .....	13
4.4	Kvalitetskontroll og kvalitetssikring.....	13
5.0	Resultater og diskusjon .....	14
5.1	PCB-profiler i maling.....	18
5.2	PCB-profiler sandfang.....	23
5.3	Maling til Sandfang – Spredning.....	30
	Referanser .....	32

## 1.0 English summary

Geological Survey of Norway (NGU) has conducted a study of PCB contamination in paint and stormwater drains in the drainage area for Kirkebukten in the Laksevåg area of Bergen. This project in Kirkebukten is a part of a larger project with the aim of identifying local pollution sources and taking countermeasures to control the spreading of this pollution. The ultimate goal is cleaning up polluted sediments in the fjord around the center of Bergen. This project has evaluated the amount of PCBs in mostly outdoor paint with an aim to include many structures from the period from 1950 until 1980 with the outlawing of PCBs in new products. The purpose of studying paint on the outside of structures in the area was to gain insight into the active local sources of PCBs for the area. As paint deteriorates it will often flake off of structures and fall to the ground where it is either incorporated into the soil or it will be taken up by moving water and washed into city drainage systems. As a supplement to the paint samples this study included many samples taken from sediments entrapped in stormwater drains in the same area. The sampling of stormwater drains was performed to gain an insight into how contaminants may be making their way from building materials to the fjord sediments.

PCBs were found in 14 of 69 paint samples with a maximum PCB<sub>7</sub> concentration of 33 mg/kg. There was no clear relationship between PCB contamination and color with at least six colors represented among PCB contaminated samples. The concentrations of PCBs found in the paint samples are comparable to those found in other studies conducted in Bergen, though they do fall on the lower side of the spectrum. The highest values were found in the area nearest the fjord. This area consists of mostly industrial and commercial buildings.

PCBs were shown to be present in 21 of 51 samples of stormwater sediments with a maximum value of PCB<sub>7</sub> at 0.402 mg/kg. It is clear from these stormwater drain results that PCB sources in the Kirkebukten area are plentiful and active with significant movement of PCB contamination in the stormwater runoff. These results suggest that stormwater drains are most likely contributing to the spreading of PCB contamination to the fjord sediments.

The findings from this study indicate that in order to properly clean up the fjord sediments for the long term, it is desirable to stop the spreading of PCBs at the source (building materials including paint) and in the stormwater runoff that eventually reaches the fjord waters.

## 2.0 Konklusjon

Undersøkelsene i 2005 avdekket relativt høye konsentrasjoner av PCB i sandfang i enkeltområder rundt Bergen havn (Jartun m.fl., 2005). Våre undersøkelser i nedslagsfeltet til Kirkebukten viser noenlunde den samme trenden. De høyeste konsentrasjonene finnes i området nærmest sjøkanten, som er preget av eldre industri, samtidig som terrenget flater ut her, noe som kan gi en opphoping av tilførte sedimenter fra høyereliggende områder. Det er imidlertid også i sjønære områder vi finner de høyeste konsentrasjonene av PCB i utendørs maling på bygninger. Det er påvist lite eller ingen PCB i fasader i det bratte terrenget oppover mot Melkeklassen.



Figur 1. Utslippspunkt til Kirkebukten



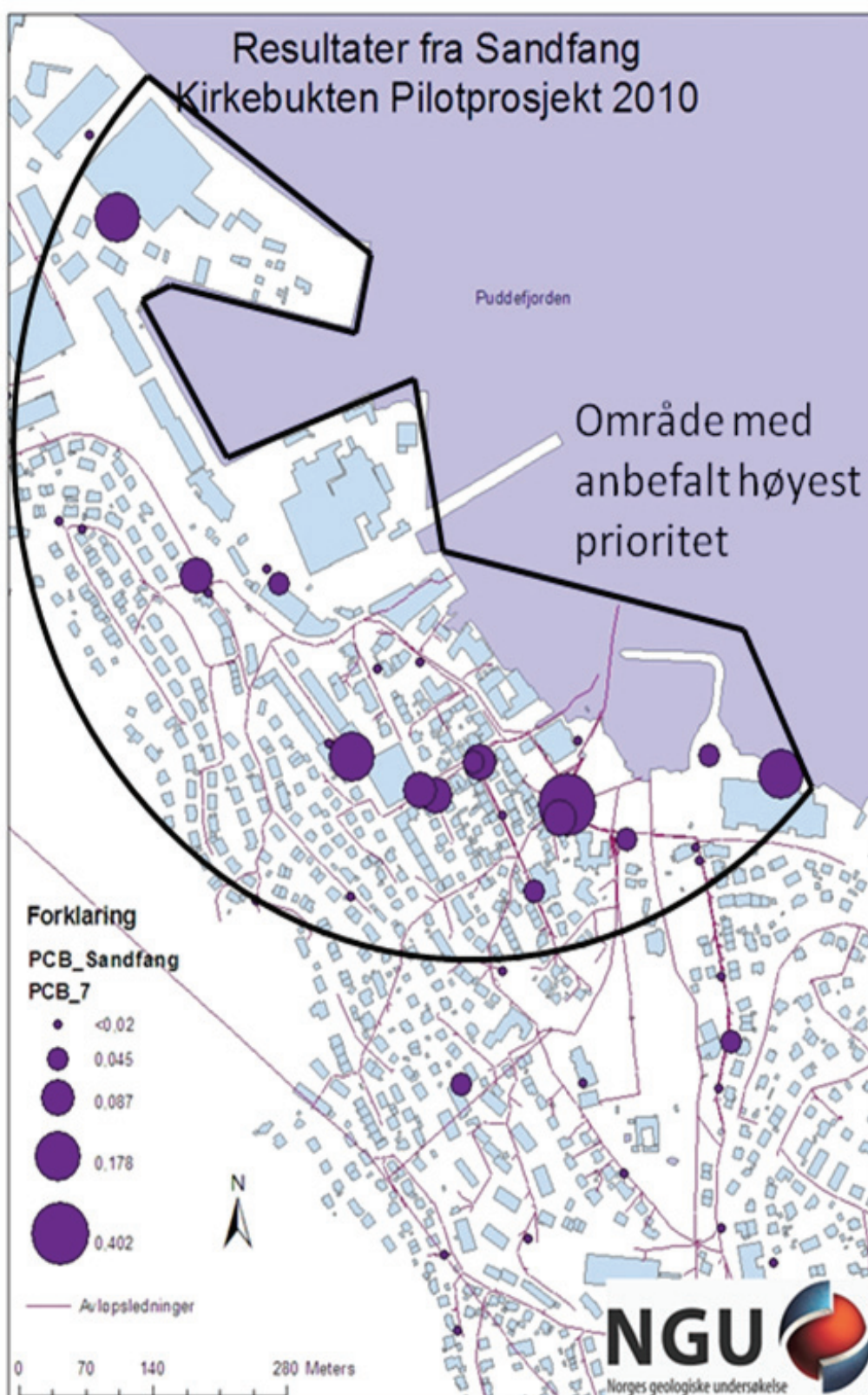


Figur 2: Avløpsledninger som leder til Kirkebukten, med sandfangsprøver og PCB<sub>7</sub>-konsentrasjoner.

Resultatene viser at det ble påvist PCB-holdig maling i 14 bygninger i undersøkelsen. Resultatene fra malingsprøvene betyr at 21 % av bygningene i undersøkelsen har PCB med et konsentrasjonssprang fra <0,35 til 33 mg/kg PCB<sub>7</sub>. Resultatene fra sandfangprøvene viser et konsentrasjonssprang fra <0,02 til 0,402 mg/kg PCB<sub>7</sub>. PCB<sub>7</sub> ble påvist i hele 43 % av sandfangsprøvene.

Dersom det skal settes inn tiltak bør dette gjøres i sjønære områder som vist i kartene (se Figur 1 - 3) for å begrense eventuell spredning av PCB via overvannssystemet fra disse områdene. Det kan også være lurt å tenke på aktive strømmer i fjorden og hvordan disse kan eventuelt distribuere PCB kontaminasjon som resultat av overvannssystemet i området rundt Kirkebukten.





Figur 3: Område med anbefalt høyest prioritet.

## 3.0 Introduksjon

### 3.1 Mål for undersøkelsen

Pilotprosjektet i Kirkebukten er en del av et større prosjekt med målsetning om å identifisere forurensningskilder og utføre tiltak for å rense opp i forurensede sedimenter i Byfjorden. Prosjektet i Kirkebukten på Laksevåg vil til slutt vurdere flere ulike metoder for opprensing av fjordbunnen. Etter testing av disse metodene kan den beste metoden, eller en kombinasjon av flere tiltak, bli satt i bruk i andre deler av Byfjorden. Undersøkelsen vil også se på ulike tiltak som kan benyttes på land for å hindre tilførselen av forurensingskomponenter til fjorden (Bergen Kommune, 2009). Norges geologiske undersøkelse (NGU) ble invitert med i prosjektet for å studere PCB-innholdet i malings- og sandfangsprøver i et utvidet nedslagsfelt til Kirkebukten, og bruke denne informasjonen til å få en oversikt over potensialet for tilførsel av PCB fra dette området på land til sedimentene i Kirkebukten. Prøver fra maling fra ulike bygninger i området rundt Kirkebukten ble samlet inn i januar 2010. Vi ville ta prøver av sandfang samtidig, men vinteren i Bergen var kaldere enn forventet, noe som førte til at sandfangsprøvene først ble samlet inn i april 2010.

### 3.2 Tidligere undersøkelser av PCB i Bergen

Det er foretatt en rekke undersøkelser av PCB i bygningsmasser i Bergen (Andersson m.fl., 2002; Jartun m.fl., 2005). NGU har blant annet undersøkt PCB-innholdet i fasadene på ca. 160 bygninger i Bergen kommune. Disse undersøkelsene inkluderte prøver fra maling, murpuss, betong, og en bro (Jartun m.fl., 2005; Ottesen, 2006).

## 4.0 Metoder

### 4.1 Prøvetaking av maling

Malingsprøvene (totalt 69 prøver) ble samlet inn i januar og april 2010. Sandfangsprøvene ble samlet inn i april 2010 etter at snøen forlot Bergen. Malingsprøver, inkludert feltduplikater, (vekt 10-50 g) ble i hovedsak samlet fra fasaden på bygninger der malingen allerede var begynt å flasse av (Figur 4). Prøvene ble samlet med kniv og sparkel. Bygningene ble valgt på bakgrunn av alder, beliggenhet, med flest prøver innenfor nedslagsfeltet som fører til Kirkebukten, og mulighet til å få samle flassende maling uten å gjøre skade på bygningen. Dersom det var mulig ble flere prøver fra samme bygg samlet inn. De fleste malingsprøvene ble samlet inn fra bygg som var tatt i bruk mellom 1950 og 1980 (Kart over områdets bygninger fra 1950 til 1980 fra Bergen Kommune) (Jartun et al., 2005). Malingsprøvene ble samlet fra både murbygg og trebygg (se Tabell 5). Rilsan®poser ble brukt for å oppbevare prøvene fra samlingen til de ble levert til Alcontrol Laboratory for PCB-bestemmelse.

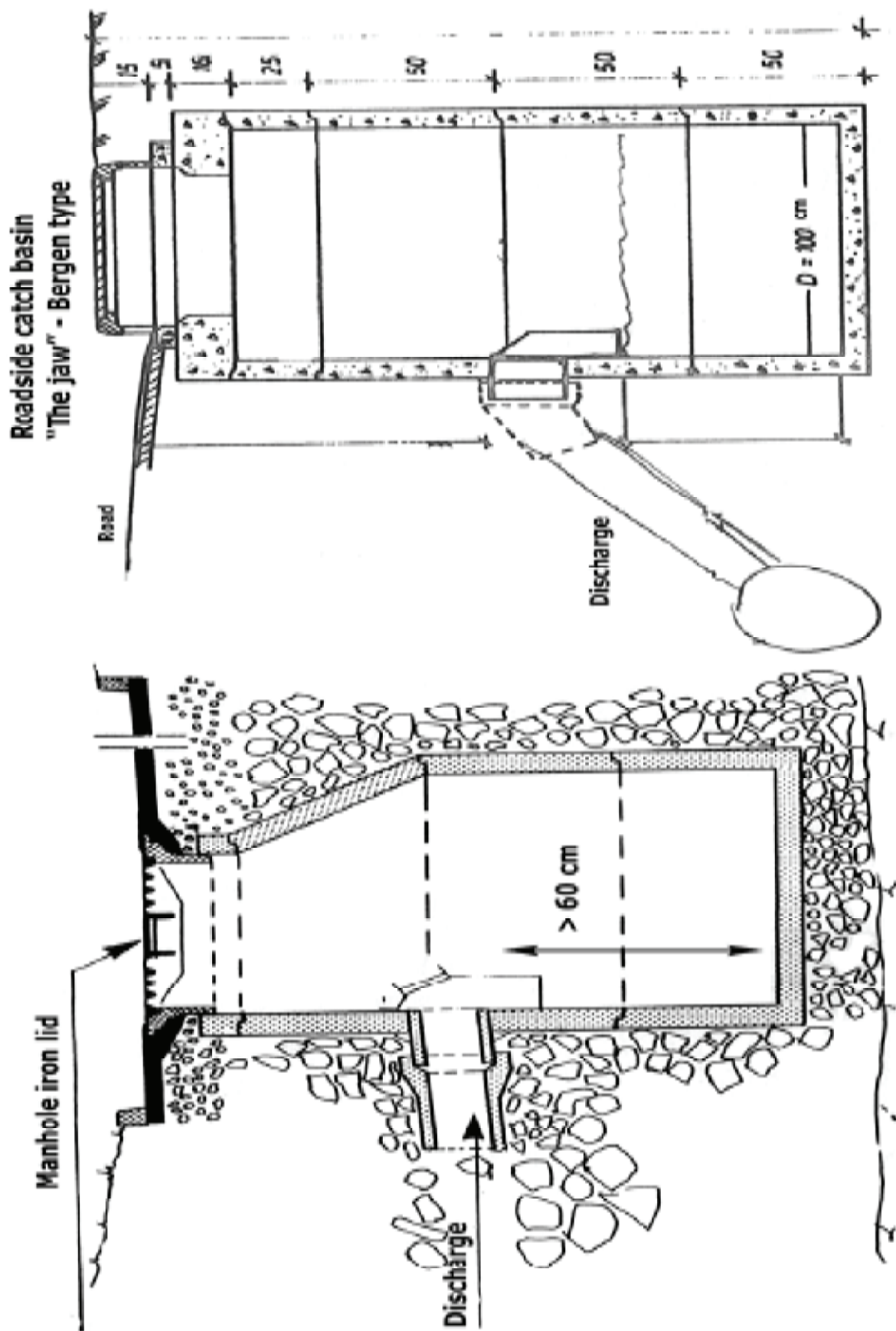


Figur 4: Flassende maling som inneholder PCB.

### 4.2 Prøvetaking av sandfang

Sandfangsprøver (totalt 51 prøver) ble samlet inn, inkludert feltduplikat i april, 2010. Sandfangskummene (se Figur 5) ble åpnet opp, og prøver á ca. 0,5 kg ble tatt opp med et øsekar i aluminium (se Figur 6). Prøvene ble oppbevart i Rilsan®poser i våt tilstand og sendt til Alcontrol Laboratory i Sverige for PCB-bestemmelse. Det ble også samlet inn enkelte feltduplikater av sandfang for kvalitetskontroll.





Figur 5: Eksempler på sandfangskonstruksjoner i Bergen.



Figur 6: Prøvetaking av sandfangskum.

### 4.3 Kjemiske analyser

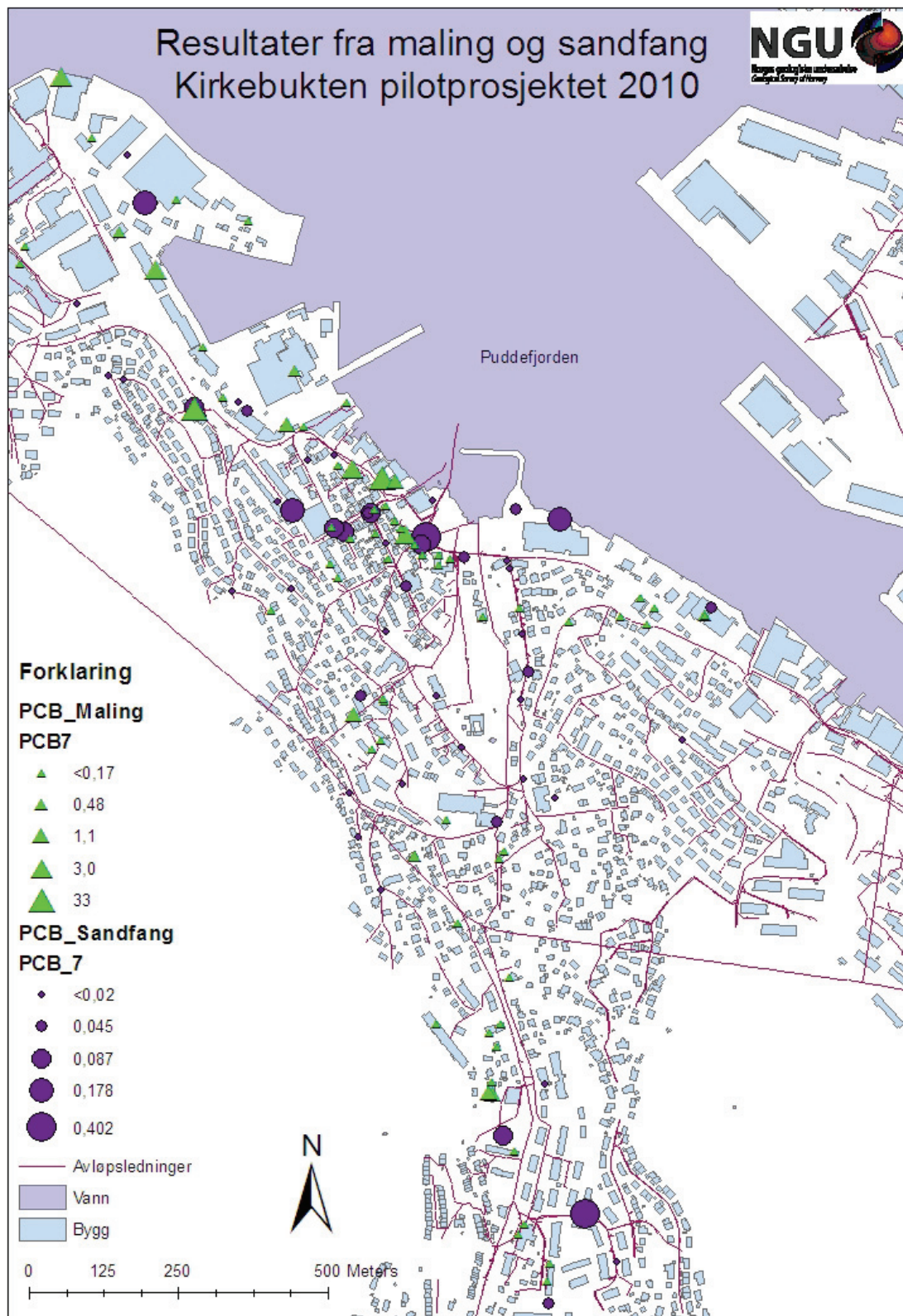
Kjemisk analyse av malings- og sandfangsprøvene bruker en modifisert versjon av metoden SS-EN 1948-2/3 med bruk av gasskromatografi med massespektrometri (GC-MS) for malingsprøvene og gasskromatografi med elektroninnfangingsdetektor (GC-ECD) for sandfangsprøvene. Deteksjonsgrensen for PCB<sub>7</sub> i maling var 0,35 mg/kg, mens den for PCB<sub>7</sub> i sandfangsprøvene var 0,02 mg/kg.

### 4.4 Kvalitetskontroll og kvalitetssikring

Alcontrol Laboratory er et akkreditert laboratorium for bestemmelse av PCB i ulike prøvetyper. I laboratoriet blir det kontinuerlig satt inn standardprøver (referansemateriale) og blankprøver, som viser tilfredsstillende verdier (jf. brev fra Alcontrol). I tillegg har vi satt inn feltduplikater for både malings- og sandfangsprøvene. Resultatene fra prøvene sammen med duplikatene viser god sammenheng og viser ikke store problemer eller feil med metoden.



## 5.0 Resultater og diskusjon



Figur 7: Oversikt over resultater fra maling og sandfang.

Tabell 1: Malingsresultater.

Prøve nr	Type bygning	PCB <sub>7</sub> mg/kg	PCB 28 mg/kg	PCB 52 mg/kg	PCB 101 mg/kg	PCB 118 mg/kg	PCB 138 mg/kg	PCB 153 mg/kg	PCB 180 mg/kg
1	Kirke SØ side	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2	Kirke	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
3	Kirke	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
4	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
5	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
6	Bolig	2,35	<0,05	<0,05	0,26	0,28	0,79	0,97	0,05
7	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
8	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
9	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
10	Gamle Rådhus	33	0,08	4,8	8,8	9,6	2,2	6,2	1,8
11	Kommersiell	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
12	Industriell	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
13	Industriell	1,91	0,1	<0,05	0,16	0,39	0,59	0,56	0,09
14	Industriell	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
15	Industriell	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
16	Industriell	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
17	Industriell	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
18	Industriell	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
19	Industriell	2	<0,05	<0,05	0,1	0,11	1	0,66	0,093
20	Industriell	0,3	<0,05	<0,05	0,05	0,1	0,05	0,065	<0,058
21	Industriell	0,48	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,11	1,2	0,098
22	Industriell	1	<0,05	0,25	0,22	0,21	0,09	0,22	<0,05
23	Industriell	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
24	Kommersiell	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
25	Gamle skole N side	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
26	Gamle skole Ø side	3	<0,05	0,25	0,66	0,82	0,44	0,65	0,15
27	Gamle Rådhus	1,1	<0,05	0,054	0,33	0,24	0,23	0,24	<0,05
28	Industriell	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
29	Industriell	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
30	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
31	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
32	Veg	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
33	Kommersiell	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
34	Kommersiell	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
35	Veg (vegg)	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
36	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
37	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
38	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
39	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
40	Industriell	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05



forts...

Prøve nr	Type bygning	PCB <sub>7</sub> mg/kg	PCB 28 mg/kg	PCB 52 mg/kg	PCB 101 mg/kg	PCB 118 mg/kg	PCB 138 mg/kg	PCB 153 mg/kg	PCB 180 mg/kg
41	Industriell	0,89	<0,05	<0,05	0,1	0,16	0,23	0,24	0,075
42	Industriell	0,64	<0,05	0,062	0,13	0,13	0,15	0,12	<0,05
43	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
44	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
45	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
46	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
47	Bolig	(<)0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
48	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
49	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
50	Skole Lekeplass	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
51	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
52	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
53	Bolig	0,59	<0,05	0,096	0,18	0,059	<0,05	0,13	0,057
54	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
55	Veg	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
56	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
57	Murstolpe	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
58	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
59	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
60	Museum	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
61	Dupl. 60	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
62	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
63	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
65	Veg	12	<0,05	0,12	1,6	0,29	3,7	2,7	3,8
66	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
67	Smug	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
68	Dupl. 67	0,4	<0,05	<0,05	0,09	<0,05	0,093	0,095	<0,05
69	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
70	Bolig	<0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

\*Prøve nr 64 ble jord prøve.

Tabell 2: Sandfangsresultater.

Prøve nr	Tørsubstans DW % SS-EN 12880	PCB <sub>7</sub> mg/kg	PCB 28 mg/kg	PCB 52 mg/kg	PCB 101 mg/kg	PCB 118 mg/kg	PCB 138 mg/kg	PCB 153 mg/kg	PCB 180 mg/kg
201	78,1	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
202	81	0,402	<0,003	0,019	0,07	0,02	0,11	0,091	0,093
203	73,9	0,0339	<0,003	<0,003	<0,003	0,0049	0,0073	0,0087	0,0086
204	63,9	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
205	66,5	0,0283	<0,003	0,0042	0,0045	0,003	0,007	0,0066	<0,003
206	83,8	0,0226	<0,003	<0,003	0,0055	0,0035	0,0057	0,0034	<0,003
207	74,3	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
208	64,2	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003

forts...

Prøve nr	Tørsubstans DW % SS-EN 12880	PCB <sub>7</sub> mg/kg	PCB 28 mg/kg	PCB 52 mg/kg	PCB 101 mg/kg	PCB 118 mg/kg	PCB 138 mg/kg	PCB 153 mg/kg	PCB 180 mg/kg
209	69,9	0,0702	0,012	0,016	0,0066	<0,003	0,013	0,012	0,0086
210	69,1	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
211	81,2	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
212	77,1	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
213	77,9	0,142	<0,003	<0,003	0,0059	0,11	0,01	0,012	<0,003
214	83,7	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
215	85,2	0,025	<0,003	<0,003	0,0055	0,0041	0,0067	0,0042	<0,003
216	42,6	0,178	<0,003	0,011	0,018	0,038	0,055	0,018	0,036
217	68,4	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
218	37,9	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
219	67,5	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
220	69	0,051	<0,003	<0,003	0,0055	0,008	0,013	0,014	0,0078
221	68,9	0,0665	<0,003	<0,003	0,01	0,0031	0,02	0,017	0,013
222	78,6	0,0247	<0,003	<0,003	0,0037	0,0045	0,0054	0,0066	<0,003
223	39,3	0,0582	0,013	0,029	0,0032	<0,003	0,0055	0,0049	<0,003
224	68,9	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
225	55,9	0,0315	<0,003	0,0035	0,0056	<0,003	0,0082	0,0069	0,0043
226	58,1	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
227	76	0,119	<0,003	0,0036	0,015	0,0048	0,037	0,03	0,027
228	82,2	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
229	66,7	0,0865	<0,003	0,0082	0,0091	0,0041	0,024	0,022	0,018
230	80,9	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
231	77,9	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
232	78,2	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
233	75,1	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
234	38,2	0,0328	<0,003	<0,003	<0,003	0,0059	0,012	0,0048	0,0057
235	72,9	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
236	80,5	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
237	73,8	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
238	65,3	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
239	56,7	0,378	<0,003	0,019	0,099	0,037	0,043	0,084	0,095
240	56,7	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
241	73,3	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
242	56,4	0,0243	<0,003	0,0043	0,0034	0,0042	0,0044	0,0051	<0,003
243	42	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
244	78,6	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
245*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
246	46,2	0,0454	<0,003	<0,003	0,0031	0,008	0,012	0,012	0,0072
247	83,1	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
248	51,7	0,0454	<0,003	0,0081	0,0076	0,005	0,0093	0,0068	0,0039
249	60,6	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
250	45,3	0,0266	<0,003	<0,003	0,0032	<0,003	0,0046	0,0047	0,0096
251	48	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
64*	83,7	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003

\*Prøve 245 gikk tapt i frakt, og prøve 64 er en jord prøve.

Tabell 3: Oversikt over PCB<sub>7</sub> konsentrasjoner i maling og sandfang (mg/kg) – Kirkebukten.

	Maling	Sandfang
<b>Antall prøver</b>	N=69, inkl. duplikat	N=51, inkl. duplikat
<b>Median</b>	<0,35	<0,02
<b>Aritmetisk gjennomsnitt</b>	1,00	0,04
<b>Min</b>	<0,35*	<0,02*
<b>Maks</b>	33	0,402

\*<0,35 representert i statistikken som 0,17 og <0,02 representert i statistikken som 0,01.

## 5.1 PCB-profiler i maling

Tabell 4: Oversikt over antall bygg som ble påvist PCB-holdige.

Sted	Påvist PCB	Prosent bygg med PCB
Laksevåg	14	21%

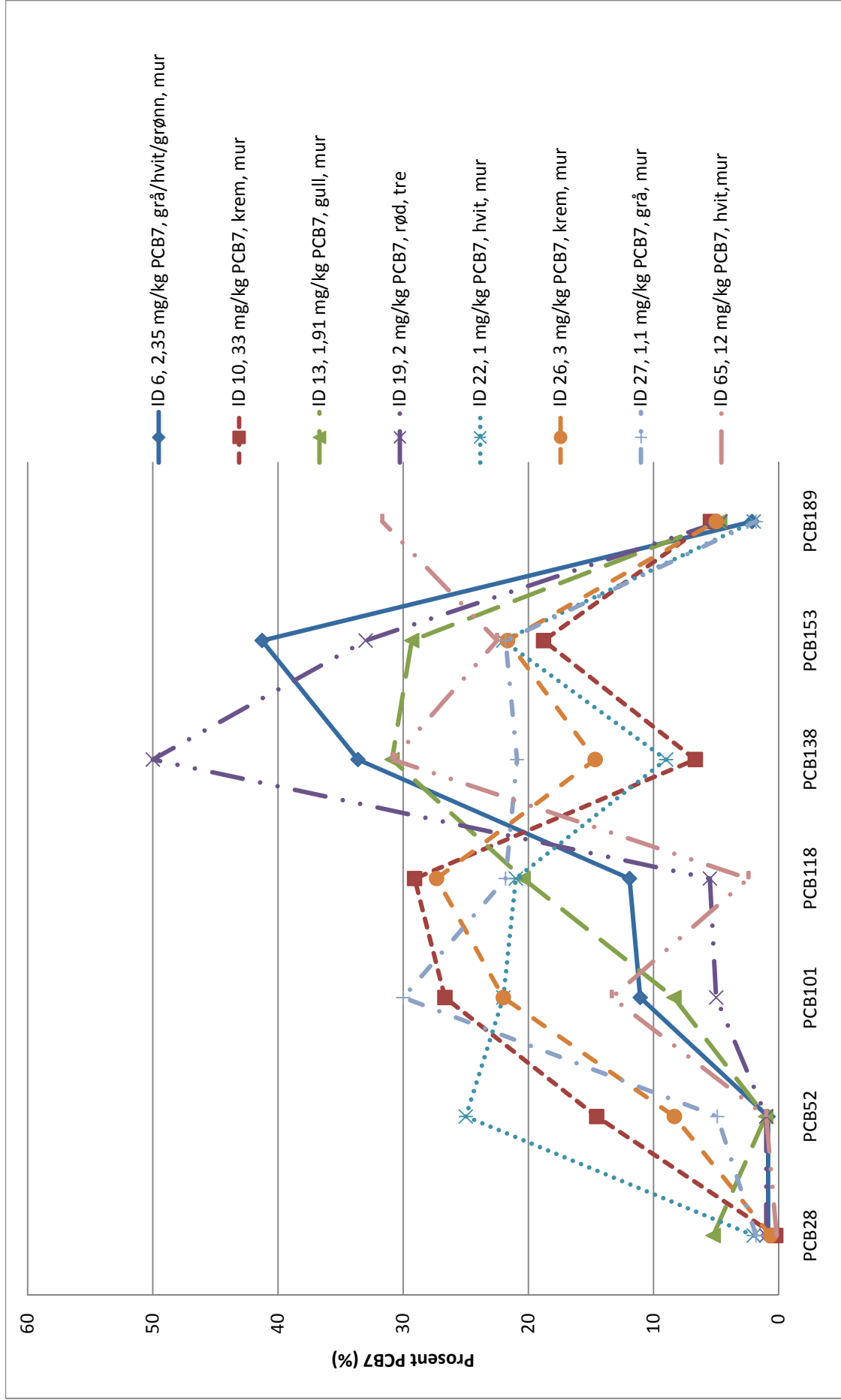
Tabell 4 viser at i 21% av malingsprøvene ble det påvist PCB og det området med høyest tetthet av PCB-holdige bygg er i nærheten av sjøen/fjorden (Figur 7). Dette kan forklares med at mange prøver ble tatt nærmere vannet og at mange av prøvene langs vannkanten er fra industrielle eller offentlige murbygg. Denne type bygg er blitt påvist å inneholde PCB i tidligere undersøkelser. Det er også helt klart mer aktivitet langs vannkanten med ombygning og forandringer enn lenger oppe i Fyllingsdalen. Terrenget flater også ut nede ved det sjønære området, med bratt terreng oppover i Fyllingsdalen mot Melkeplassen.

Tabell 5: Oversikt over PCB-holdige malingsprøver.

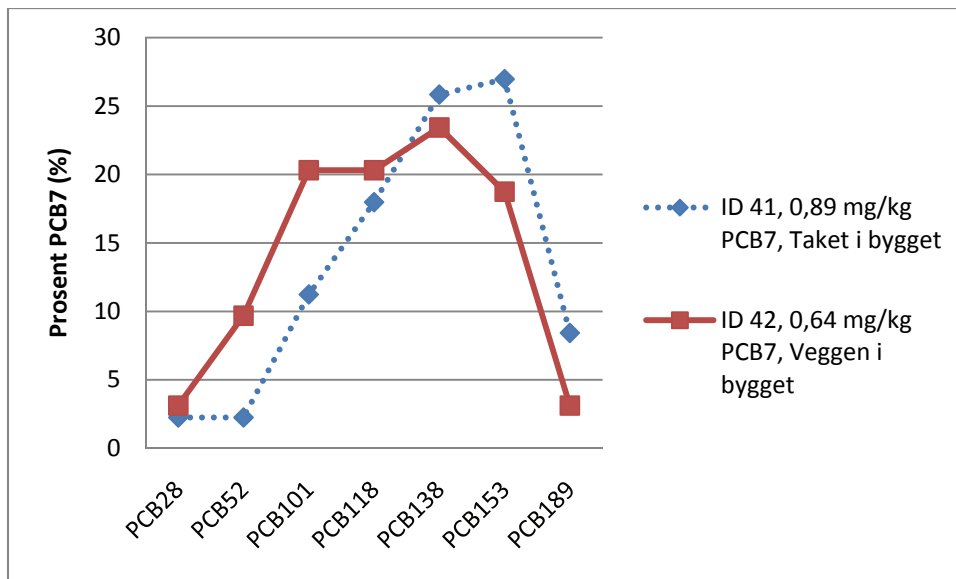
ID	PCB <sub>7</sub> (mg/kg)	Farge på maling	Mur eller tre	Bygg tatt i bruk 1950-1980 (hvis ikke, når sannsynligvis?)
6	2,35	grå / hvit / grønn	mur	nei (før?)
10	33	krem	mur	nei (før?)
13	1,91	gull	mur	? (før?)
19	2	rød	tre	? (før?)
20	0,3	gull (litt grå /grønn)	mur	? (før?)
21	0,48	krem	mur	? (før?)
22	1	hvit	mur	? (før?)
26	3	krem	mur	nei (før?)
27	1,1	grå	mur	nei (før?)
41	0,89	hvit	mur	nei (før?)
42	0,64	hvit	mur	nei (før?)
53	0,59	hvit	tre	ja
65	12	hvit	mur	? (før?)
68* (duplikat av 67)	0,4	gulhvitt	mur	? (før?)

PCB på murfasader dominerer helt klart blant de prøvene hvor det ble påvist PCB. Malingsfarge virker ikke avgjørende når det gjelder innhold av PCB. Hvit (8), grønn (2), grå (3), krem (3), gul (3), og rød (1) er alle påvist å inneholde PCB innenfor prosjektområdet. Hvit maling dominerer, men dette kan skyldes at hvit er den fargen som det ble tatt flest prøver av med 34 prøver fra hvit eller delvis hvit maling. Det er interessant å se at alle prøver hvor det ble påvist PCB antageligvis var fra før 1950, bortsett fra en prøve der vi vet at bygget ble tatt i bruk mellom 1950 og 1980. NGU har gjort en tidligere undersøkelse av bygg og bygningsmasser fra 1946-1980 som viste at 29% av bygningene hadde PCB-holdige fasader (Jartun, m.fl., 2008a). Byggene kan imidlertid ha blitt oppført før 1950, men likevel påført maling fra den aktuelle tidsperioden.

Det er ingen klar sammenheng mellom de malingsprøvene med høyest PCB nivåer (se Figur 8). Dette tyder på at de enten kommer fra forskjellige malings typer eller fra forskjellige år. Ulik grad av dekomponering ved fordamping eller annen nedbrytning av PCB-kongenerne kan ikke utelukkes.



Figur 8: Profiler fra alle malingsprøvene  $\geq 1$  mg/kg.

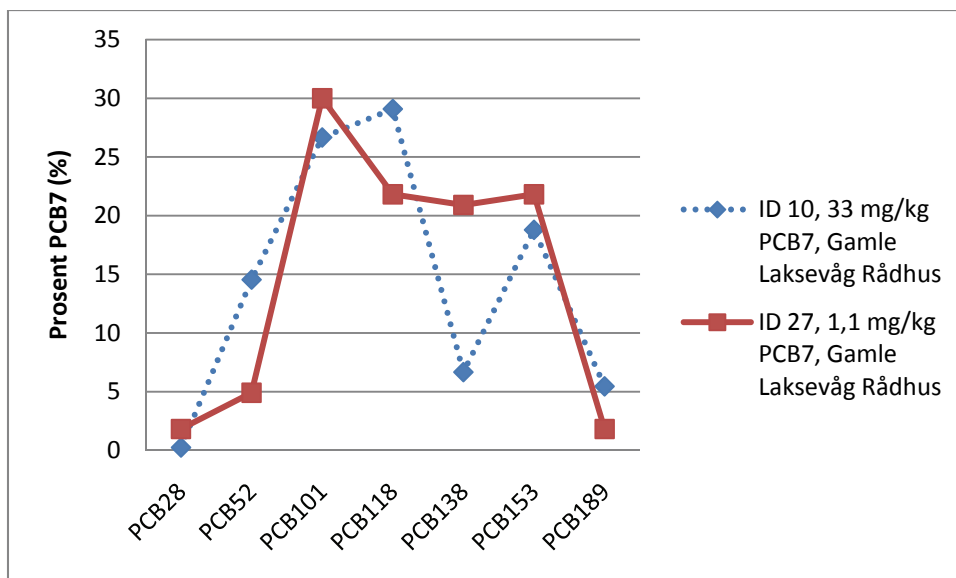


Figur 9: PCB<sub>7</sub> profiler fra ett og samme bygg (innendørs).

Det ser ut til at det er relativt god sammenheng mellom profilene fra dette spesifikke bygget (Figur 9 og 10). Prøven som ble tatt fra veggen inneholder relativt høyere konsentrasjoner av de lavklorerte PCB-kongenerne, mens prøven fra taket har relativt høyere verdier for de høyere klorerte PCB-kongenerne. Usikkerheten i tallverdiene, som resultat av konsentrasjoner som nærmer seg deteksjonsgrensen, kan være nok til at to profiler, slik som profilene for prøve 41 og 42, ligner hverandre.



Figur 10: Flassende maling (prøve 41 og 42).



Figur 11: PCB<sub>7</sub> profiler fra ett og samme bygg (ulike typer utendørsmaling).

Mens profilene er fra samme bygg, kommer de fra to forskjellige typer maling og har forskjellige konsentrasjoner. Figur 11 og Figur 12 nedenfor illustrerer at det kan være en utfordring å identifisere kilder over store områder fordi den samme bygningen kan ha en rekke forskjellige PCB kilder utover utendørs maling, for eksempel fugemasse og isolerglassvinduer uten at dette er sjekket i denne undersøkelsen. Prøve 27 er tatt nærmere sjøkanten til høyre for den røde malingen midt på Figur 12.



Figur 12: Gamle Laksevåg Rådhus.



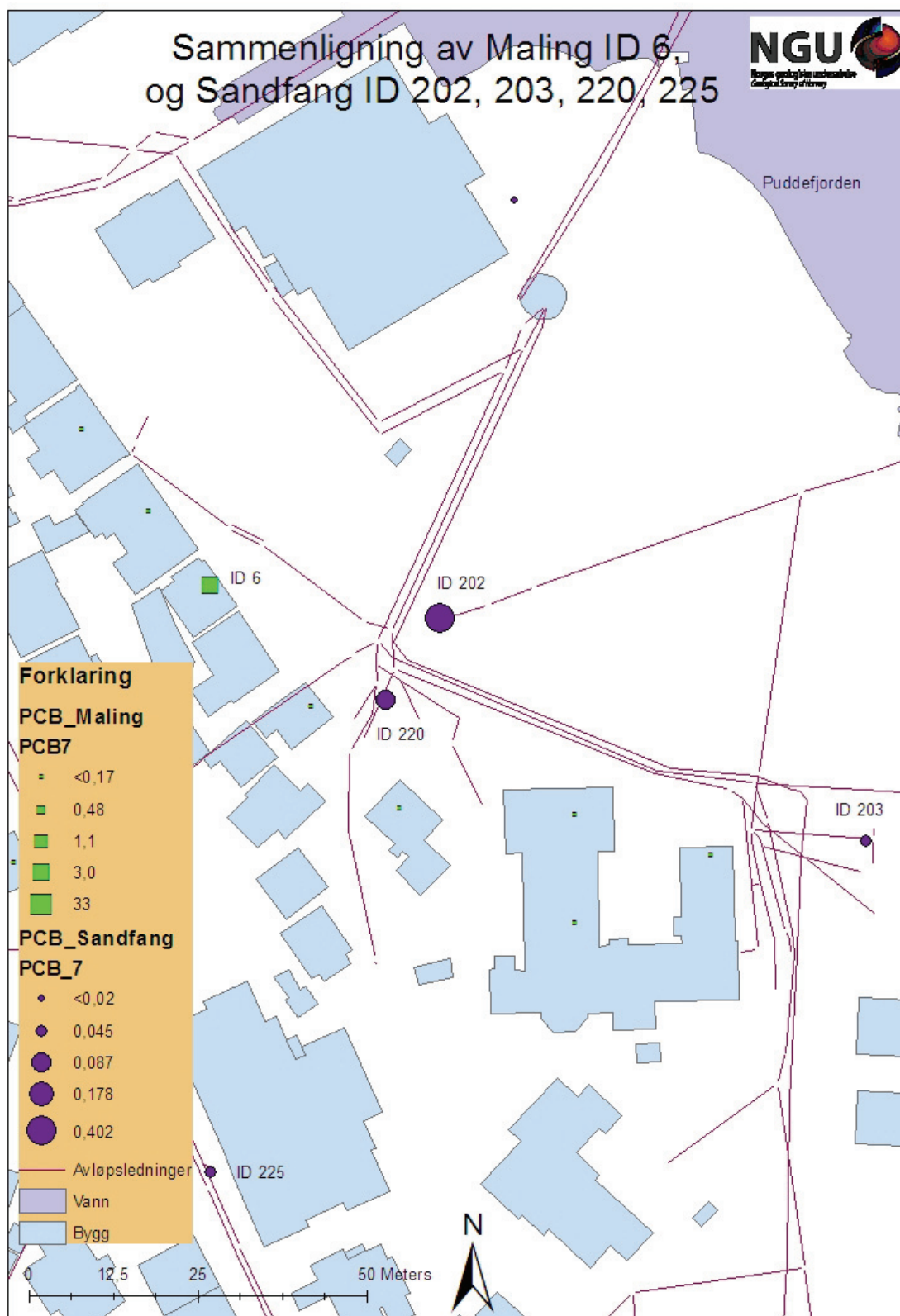
## 5.2 PCB-profiler sandfang

Tabell 6: Oversikt over antall sandfang som ble påvist PCB-holdige.

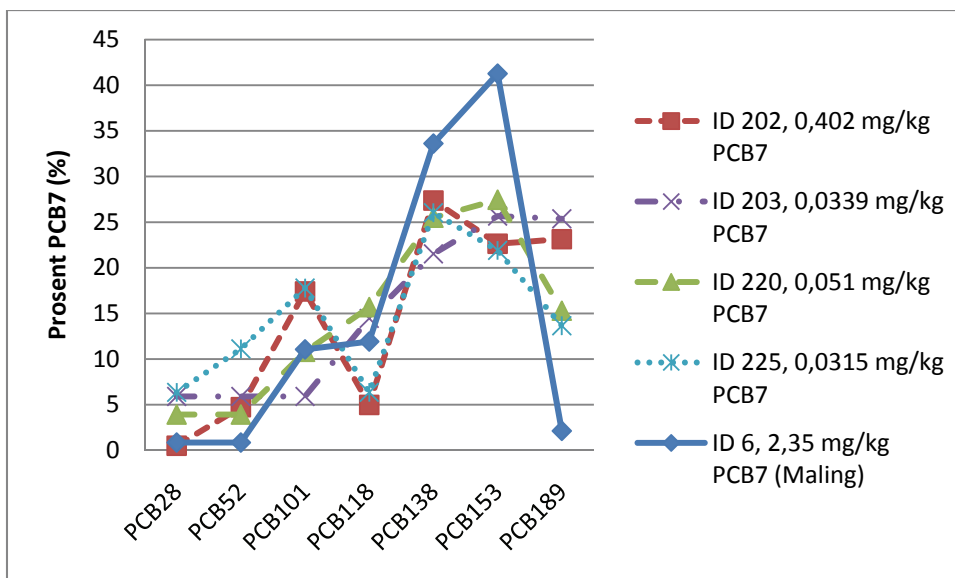
Sted	Påvist PCB	Prosent sandfang med PCB
Kirkebukten	21	43%

PCB profiler kan være nyttig for å sammenligne PCB-holdige prøver, ikke minst for å se om de kan ha kommet fra samme kilden. Det er viktig å se på konsentrasjonen av hver prøve hvis man vil sammenligne profilene. Hvis konsentrasjonene er spesielt lave er det større usikkerhet i metodene og dermed også større usikkerhet i profilene. Det er mulig at usikkerheten i resultatene gjør at man ikke får lignende profiler hvis man har veldig lave konsentrasjoner.

Figur 13 nedenfor viser at det kan være både sammenheng og variasjoner over selv små områder. Det er en ganske bratt bakke mellom prøve 225 og prøve 202 og en veldig rolig gradient mellom prøve 6 og prøve 220 så videre til prøve 203. Det er derfor viktig å sjekke avløpsnettet, om det er mulig at sedimenter fra høyere oppe i terrenget samles der terrenget flater ut i det industrielle området nær sjøkanten.

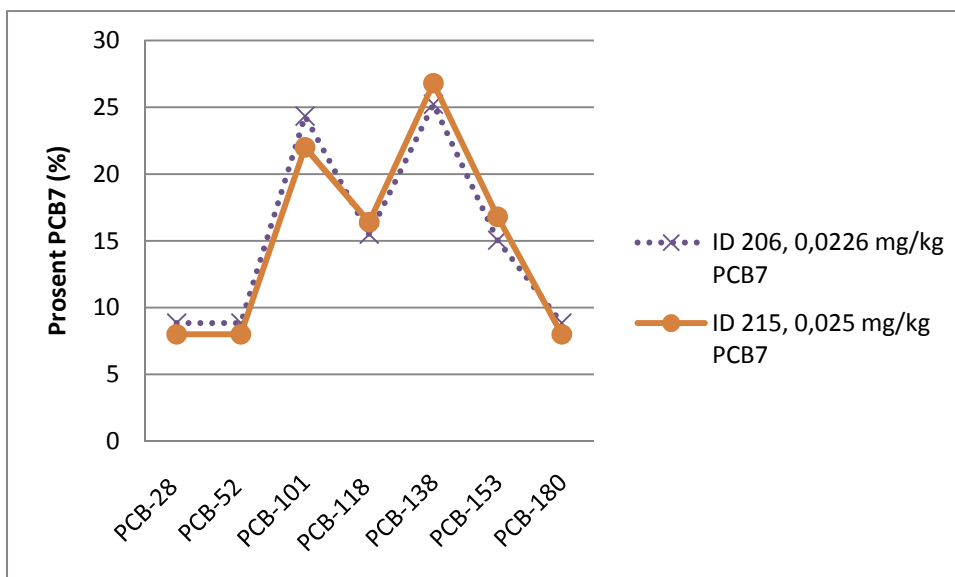


Figur 13: Kart over området rundt Laksevåg Kirke.



Figur 14: PCB<sub>7</sub> profiler fra sandfang over et mindre område.

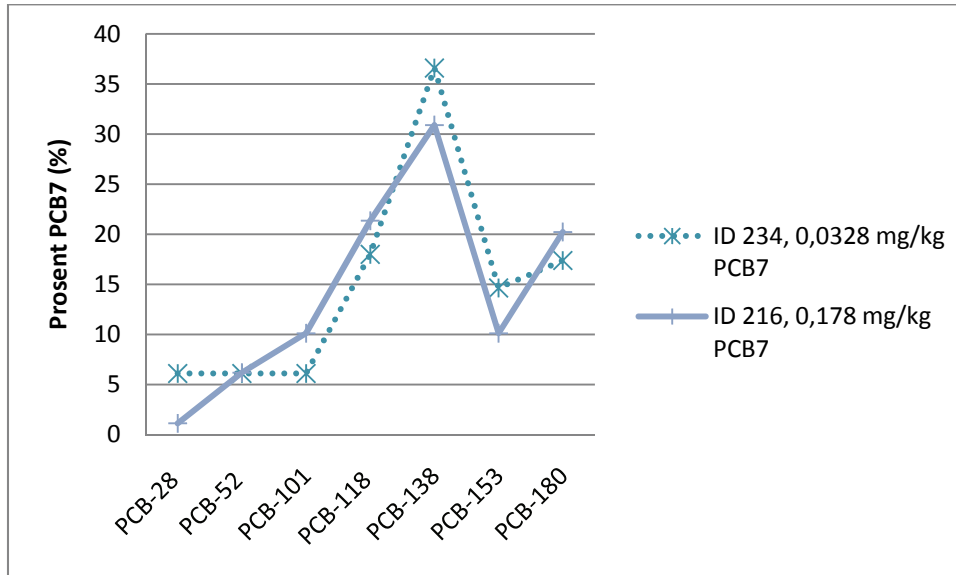
Det virker ikke som prøve 6 har noen stor innvirkning på innholdet i sandfangene i nærområdet. Det ser ut som prøve 203 har sine egne kilder som er mest sannsynlig oppover bakken forbi kirken. Figur 13 viser at avløpskanalen som ligger mellom sandfang 225 og sandfang 202 kan føre til PCB-spredning fra området rundt prøve 225 til prøve 202. Profilene for prøve 202 og prøve 225 viser at det også kan være en sammenheng her. Det ikke mulig å si ut ifra informasjon om prøvene om denne spredningen skjer via avløpskanalen eller på overflaten. PCB<sub>7</sub> konsentrasjonen i prøve 202 er betydelig større enn konsentrasjonen i prøve 225.



Figur 15: PCB<sub>7</sub> profiler - sammenligning av to sandangsprøver langt fra hverandre.

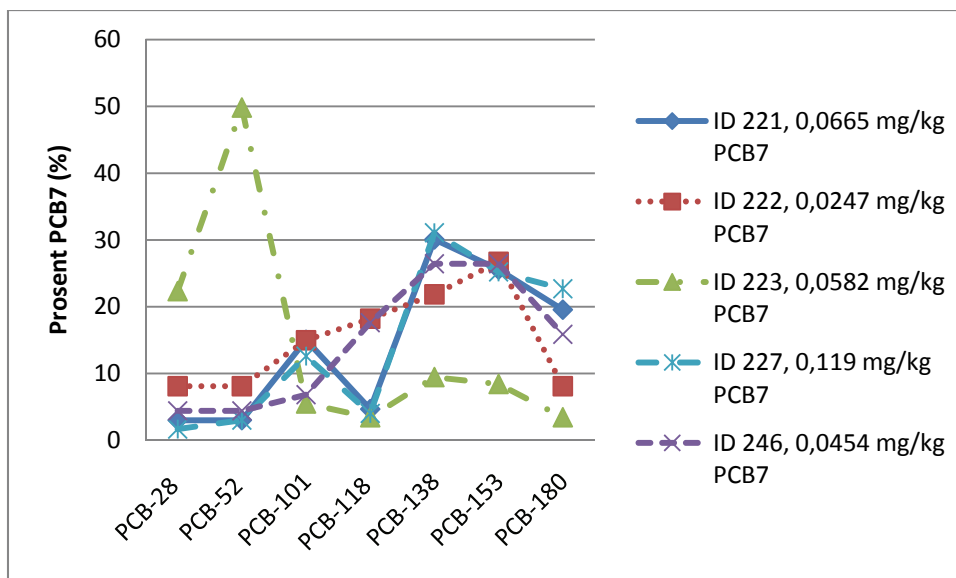
Prøve 206 og prøve 215 har like profiler, men det er ikke lett å se en sammenheng mellom prøvestedene. Prøvestedet for 206 ligger i bakken ovenfor Damsgård skole og prøvestedet for 215 ligger nærmest Kirkebukten. Prøve 206 er tatt fra sandfang i en avløpsledning som leder direkte til

Kirkebukten. Sammenhengen kan skyldes at samme type maling ble brukt på to forskjellige steder på omtrent samme tid. Det er også mulig at profillikheten kan være tilfeldig. Begge prøver har svært lave konsentrasjoner som ligger rett overfor deteksjonsgrensen. Disse lave konsentrasjonene gjør det vanskeligere å si mye om profilene til prøve 206 og prøve 215 selv om de ligner på hverandre.



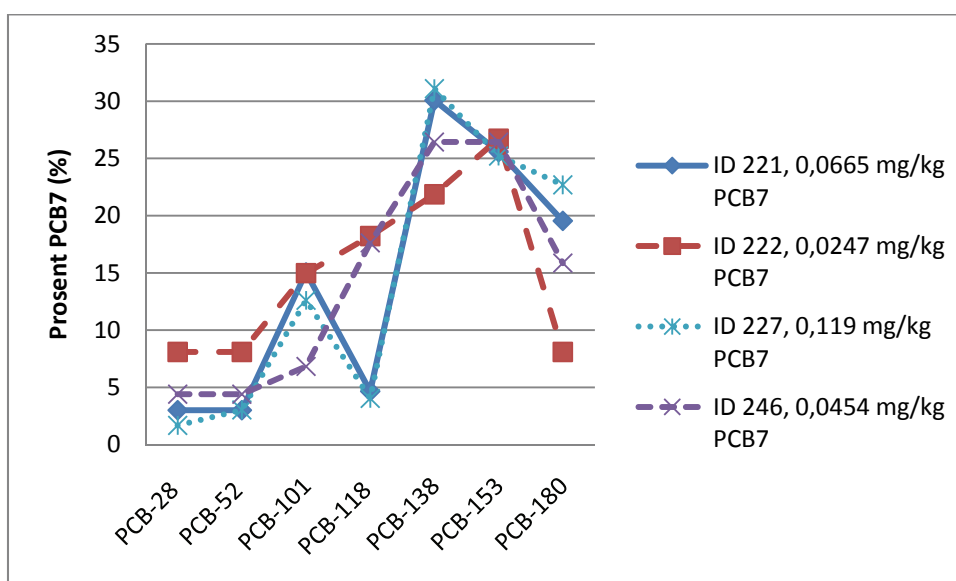
Figur 16: PCB<sub>7</sub> profiler – sandfangsprøver som ligner på hverandre men med stor avstand imellom.

Figur 16 viser resultater fra to sandfang som virker som de har sammenheng. Først og fremst er det viktig å se på konsentrasjonene som har en avstand med en faktor på 5. I tillegg er konsentrasjonen til prøve 234 såpass lav at det er viktig å være skeptisk til sikkerheten rundt verdiene (Jartun, m.fl., 2008b). Prøve 216 ble tatt fra et sandfang ved fjorden (10 meter) og sør for Kirkebukten, mens prøve 234 ble tatt ca. 300 meter lenger opp bakken. Dessuten kommer prøve 234 fra et sandfang som ligger langs en avløpsledning som tømmes i Kirkebukten og skal ikke ha direkte kontakt med kummen der prøve 216 ble tatt. Denne figuren er enda et eksempel på at det er mange faktorer som kan spille en avgjørende rolle når man skal tolke en PCB<sub>7</sub> profil. I slike tilfeller er det viktig å huske at selv om sandfangene ikke deler en felles kilde, kan det være liknende malingskilder med samme type maling som er blitt tatt i bruk omtrent samtidig.



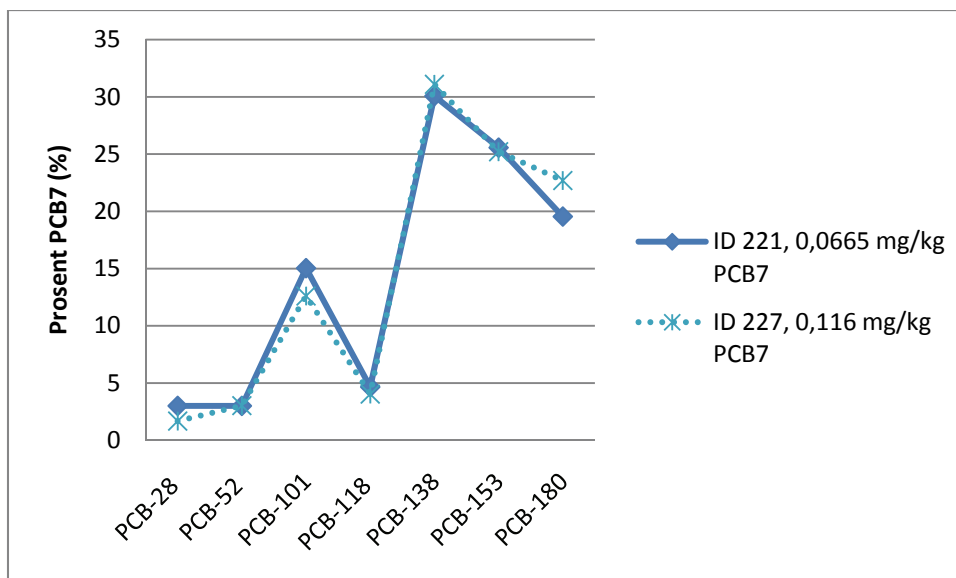
Figur 17: PCB<sub>7</sub> profiler fra sandfangsprøver fra området rundt Damsgård Almenning.

Området rundt Damsgård Almenning ser interessant ut. Bakken er ganske bratt (se Figur 20) og store mengder vann kan bli transportert nedover bakken og kanskje uhindret helt ned til fjorden. Figur 17 viser alle sandfangene i nærområdet. Prøve 223 skiller seg ut og ser ut til å komme fra en annen kilde.



Figur 18: Lignende PCB<sub>7</sub> profiler fra sandfang i område rundt Damsgård Almenning.

De fire prøvene i Figur 18 viser samme type innhold med relativt høyere verdier for de høyklorerte kongenerne og relativt lavere verdier for de lavklorerte kongenerne. Det er to profiler som viser seg å ligge nært hverandre. Prøve 221 og prøve 227 (se Figur 19 nedenfor) har profiler som viser at kongenerne ligger på relativt samme verdier. PCB<sub>7</sub> konsentrasjonen i prøve 227, som ligger oppover bakken for prøve 221, er ca. dobbelt så stor som i prøve 221.



Figur 19: PCB7 profiler av sandfangsprøver 221 og 227.

Det ser ut til at det er en god sammenheng mellom kongenerne i prøve 221 og prøve 227. En felles kilde kan være ett stort bygg som ligger mellom prøvestedene. Det er ingen kjent avløpsledning som går fra prøve 227 til prøve 221. Derfor er det mest sannsynlig at denne kilden som påvirker begge områdene er enten mellom dem sånn at det er spredning i begge retninger, eller er ovenfor prøve 227 slik at spredning skjer mot begge sandfangene. Figur 20 nedenfor viser utsikten mot fjorden fra Kringsjøveien og nedover Damgård's Almenning. Prøve 227 ble tatt ca. 50 meter til venstre for stedet hvor dette bilde ble tatt.



Figur 20: Nedover mot sjøen langs Damgård's Almenning (Bilde tatt fra Google Maps Street View).



Figur 21 nedenfor viser hvor bratt bakken er og gir et innblikk i hvor vanskelig det kan være å hindre at vann på overflaten kan spre seg videre hvis, for eksempel, et sluk er dekket av is eller gjørme.



Figur 21: Oppover Damsgård Almenning (Bilde tatt fra Google Maps Street View).

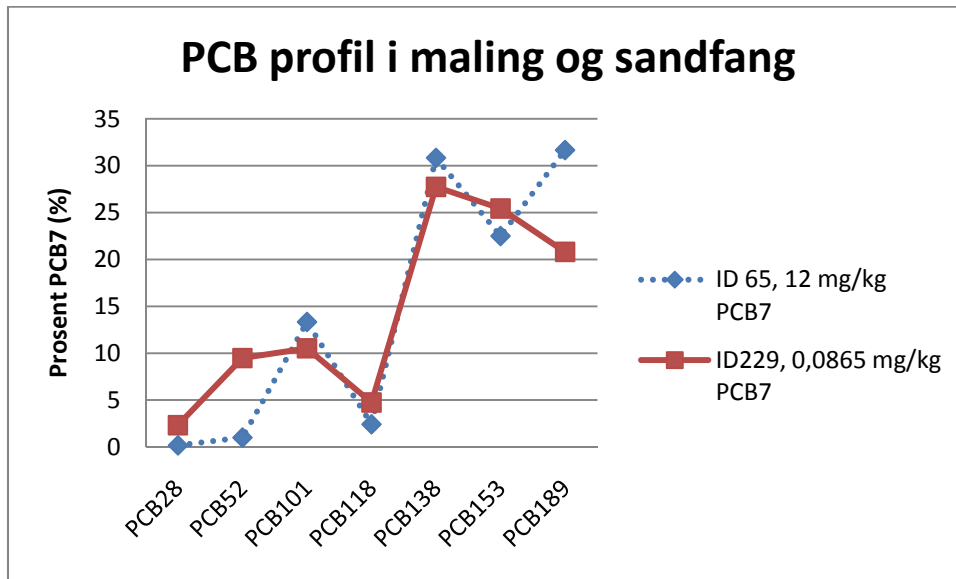
Sandfanget hvor prøve 239 ble tatt i nærheten av Melkeplassen lå nært en anleggsplass der masse jord hadde blitt gravd opp og flyttet rundt. Resultatet fra denne prøven viser hvor viktig det kan være å begrense bevegelsen av materiale, som jord, betong, og maling både innenfor og ut av et anleggsområde (Jartun, m.fl., 2008b).



Figur 22: Bilder som viser topografien til området rundt Kirkebukten



### 5.3 Maling til Sandfang – Spredning



Figur 23: Sammenheng mellom maling og nære sandfang (PCB<sub>7</sub> profiler).

Det ser ut til at det er en god sammenheng mellom profilene til prøve 65 og prøve 229. Prøvene ble tatt ca. 2 meter fra hverandre som vises godt i Figur 24 nedenfor. Usikkerhet i prøve 229 på grunn av konsentrasjonen gjør det mulig at profilene egentlig kan være enda mer like hverandre.



Figur 24: Sammenheng mellom maling og sandfang (lyser tekst for "Sandfang, ID 229 over)

Å sammenligne PCB<sub>7</sub>-profilene i de reelle prøvene av maling/betong/jord med standard tekniske blandinger (Konieczny og Mouland, 1997) blir mye spekulasjon, og det må tas mange forbehold med hensyn på mulig individuell nedbrytning av kongenere og innslag av flere mulige kilder (Jartun m.fl., 2008). Varierende konsentrasjoner, spesielt med lave konsentrasjoner mot deteksjonsgrensen, gjør at usikkerhet i profilene øker. Dette kan bety at profiler som ligner på hverandre ikke kommer fra samme kilde og at profiler som ikke ligner veldig på hverandre kommer fra samme kilde. Denne usikkerheten i profilene viser at profiler bare er et verktøy som kan hjelpe til med å finne kilder og spredningsveier, men er ikke avgjørende i seg selv.

## Referanser

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.

Bergen Kommune, 2009. Nettside: [www.bergen.kommune.no](http://www.bergen.kommune.no)

Jartun, M., Eggen, O. A., Volden, T., Ottesen, R.T., 2008a. Nasjonalt estimat på problemfang og mengdeberegning for PCB i stående bygningsmasse i Norge. NGU-rapport 2008.080, 18 s.

Jartun, M., Eggen, O.A., Volden, T., 2008b. PCB i stående bygningsmasse – undersøkelser fra Drammen, Kristiansand, Porsgrunn, Stavanger og Ålesund. NGU-rapport 2008.071, 36 s.

Jartun, M., Ottesen, R.T. og Volden, T., 2005. Spredning av miljøgifter fra tette flater i Bergen. NGU-rapport 2005.051, 69 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.

Ottesen, R.T., 2006. PCB i stående bygningsmasse (bygg, broer osv). Problemomfang, utlekking og spredning. Identifisering av kunnskapshull. NGU-notat, 1.juni 2006, 24 s.