NGU Rapport 2008.071

PCB i stående bygningsmasse - undersøkelser
fra Drammen, Kristiansand, Porsgrunn,
Stavanger og Ålesund

Norges geologiske undersøkelse
7491 TRONDHEIM
Tlf. 73 90 40 00
Telefaks 73 92 16 20

RAPPORT

Rapport nr.: 2008.071	ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen

Tittel:
PCB i stående bygningsmasse - undersøkelser fra Drammen, Kristiansand, Porsgrunn, Stavanger og Ålesund

Forfatter: Morten Jartun, Ola A. Eggen og Tore Volden	Oppdragsgiver: SFT
Fylke:	Kommune:
Kartblad (M=1:250.000)	Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)
Forekomstens navn og koordinater:	Sidetall: 36 Pris: 200,- Kartbilag:

Feltarbeid utført: Vår 2008	Rapportdato: 28.oktober 2008	Prosjektnr.: 323900	Ansvarlig: Roy Tor Ottesen

Sammendrag:

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har i samarbeid med Statens forurensningstilsyn (SFT) gjennomført undersøkelsen "PCB i stående bygningsmasse (bygg, broer etc) – Nasjonalt estimat på problemomfang og mengdeberegning for PCB i stående bygningsmasse og jord". Prosjektet har vurdert problemomfang, utlekking og spredning av PCB fra bygninger oppført i tidsrommet ca. 1950-1980. Første ledd i dette prosjektet var å studere innhold av PCB i ytre fasader, jord og innendørs maling fra 105 utvalgte bygninger innenfor nevnte tidsperiode.

NGU har tidligere undersøkt innholdet av PCB i bygninger fra Bergen, Harstad, Oslo, Svalbard, Tromsø og Trondheim. For å få et grundigere empirisk datagrunnlag, samlet NGU i samarbeid med SFT inn data fra ytre fasade på ytterligere 105 bygg fra byene Drammen, Kristiansand, Porsgrunn, Stavanger og Ålesund i 2008. I tillegg til prøver fra ytre fasader (maling, murpuss, betong, jord) er det samlet inn prøver av innendørs maling fra 42 bygg og fugemasser fra 22 bygg.

Det ble påvist spor av PCB i eller ved 31 av 105 lokaliteter i utendørsprøver, enten i form av PCB-holdig maling, betong, fugemasse eller jord inntil bygningene. Konsentrasjonene er lave, men enkelte bygninger har konsentrasjoner av PCB_7 klart over farlig avfallsgrense. Konsentrasjoner opp mot 130 mg/kg i fugemasse og 97 mg/kg i maling er påvist. Konsentrasjonene som ble funnet i de fem nevnte byene er imidlertid lavere enn hva som tidligere er påvist i bl.a. Bergen og på Svalbard. Stavanger er den av de fem undersøkte byene som har flest prøver som inneholder PCB. Dette forsterker en tidligere mistanke om at PCB-holdige produkter, som for eksempel maling, ble brukt mer på Vestlandet enn i andre deler av landet.

Det ble påvist PCB i innendørs maling/murpuss i 22 av 42 bygninger, med konsentrasjoner opp mot 650 mg/kg.

Emneord:	PCB	Maling
Murpuss	Betong	Fugemasse
Jord		

Innholdsfortegnelse

1. English summary 6
2. Introduksjon 7
   2.1 Målsettinger 7
   2.2 Bakgrunn 7
3. Metoder 8
   3.1 Prøvetaking 9
      3.1.1 Ytre fasader 9
      3.1.2 Maling 10
      3.1.3 Fugemasser 11
      3.1.4 Jord 12
      3.1.5 Innendørs 12
   3.2 Kjemiske analyser 14
4. Resultater 15
   4.1 Ytre fasader 15
      4.1.1 PCB-profiler – ytre fasader 19
   4.2 PCB-kartlegging innendørs 22
      4.2.1 PCB-profiler innendørs 24
   4.3 Er det samme type PCB ute og inne? 26
   4.4 Standardprofiler 30
5. Diskusjon 32
   5.1 Ytre fasader 32
   5.2 Fugemasser 32
   5.3 Spredning til jord 32
   5.4 Innendørs 33
   5.5 Profiler og sammenligninger 33
6. Konklusjon 34
7. Referanser 35

1. English summary

Geological Survey of Norway (NGU) has conducted a study called "PCBs in constructions (buildings, bridges) – a national estimate of the challenge and amounts of PCB in buildings and soil". The project has evaluated the amount of PCBs in standing buildings and the possibility of dispersion to local environment from buildings erected between 1950 and 1980. The first part of the project was to study the content of PCBs in exterior environment of buildings (paint, concrete, sealants, soil) and interior paint from 105 selected buildings in five Norwegian cities.

In previous studies, NGU has studied the content of PCBs in buildings from Bergen, Harstad, Oslo, Svalbard, Tromsø and Trondheim. To increase the empirical knowledge of PCBs in buildings, NGU and the Norwegain Pollution Control Authority (SFT) collected data from the exterior of another 105 buildings from the cities Drammen, Kristiansand, Porsgrunn, Stavanger and Ålesund in summer 2008. Samples from the exterior environment (paint, concrete, sealants and soil) were collected. Interior paint was collected from 42 buildings.

PCBs were found in samples of exterior materials (paint, concrete, sealtants, soil) in 31 of 105 localities. The concentrations are low, but a few buildings revealed concentrations of PCB_7 above the Governmental limits of hazardous waste. PCB_7-concentrations up to 130 mg/kg were found in sealants and 97 mg/kg in exterior paint. However, the concentrations found in these five cities are lower than what is previously found in Bergen and on Spitsbergen Island, Svalbard. Stavanger had most buildings containing PCBs in our study. This is in accordance with previous studies suggesting that the use of PCBs may have been more intense on the western coast of Norway than in other parts of the country.

In interior paint PCBs were found in 22 of 42 buildings, with concentrations of PCB_7 up to 650 mg/kg. Interior paint should be investigated further on a more detailed scale because this probably is a more important source of exposure to humans.

2. Introduksjon

2.1 Målsettinger

- Framskaffe (ytterligere) systematiske data på problemomfang og mengdeberegning for PCB i stående bygningsmasse (maling, puss, betong og fugemasse)
- Kartlegge av PCB-holdige fasader fra gitt tidsperiode (ca. 1950 – 1980) i bygninger fra fem ulike byer
- Kartlegge PCB-holdige fugemasser
- Kartlegge omfanget av PCB-holdig maling innendørs
- Vurdere den partikulære spredningen av PCB fra bygningsfasade til jord/tette flater
- Estimere omfanget av PCB-forurenset jord i forbindelse med PCB-holdige fasader
- Samle inn prøver av isolasjonsmateriale for fremtidig bestemmelse av bl.a. bromerte flammehemmere

2.2 Bakgrunn

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har tidligere kartlagt innhold av PCB i husfasader ved å samle inn kjerneprøver (betong) av bygninger fra Bergen (Andersson m.fl., 2002), Harstad (Jartun og Volden, 2006), Oslo (Andersson m.fl., 2003), Tromsø (Andersson og Volden, 2002b) og Trondheim (Andersson og Volden, 2002a) satt opp i perioden 1950 – 1980. Til sammen er det foretatt undersøkelser av PCB i betong, maling og murpuss fra 160 bygninger og en brokonstruksjon i Bergen (Jartun m.fl., 2005; Ottesen, 2006), i tillegg til de 105 bygningene fra Drammen, Kristiansand, Porsgrunn, Stavanger og Ålesund. PCB-innholdet er bestemt i totalt 406 prøver. Resultatene fra disse undersøkelsene indikerer at PCB-holdige fasader er en nasjonal utfordring.

PCB ble benyttet som mykningsmiddel i elastiske og plastiske fugemasser, der de polysulfid-baserte massene hadde størst innhold av PCB (opp til 30 vekt %). Typiske bruksområder er til fugemasser mellom betongelementer, elastiske fuger i svømmebasseng, trapper med belegg av naturstein, keramiske fliser etc. For natursteinsgulv med behov for fuger med god væsketetthet og bestandighet mot kjemikalier, ble slik fugemasse benyttet i alle fuger. Deler av nærings- og kjemisk industri er eksempler på slik anvendelse. Sverud og Estensen (2000) undersøkte i 1999/2000 innholdet av PCB i fugemassen fra 12 bygninger. Byggene ble valgt ut i samarbeid med ”fugeselskaper”. Det ble påvist PCB i alle bygg (en boligblokk og 11 kontor/lagerbygg). PCB-konsentrasjonene var meget høye (flere vekt %). SFT antar at det i 2007 fortsatt finnes omtrent 20 tonn PCB i form av i fugemasser i norske bygg (ca 20 % av gjenværende tonnasje). Det har imidlertid ikke vært utført en tilfeldig prøvetaking av fugemasser i bygg fra den relevante tidsperioden.

Det er tidligere påvist PCB i fire ulike typer maling utendørs fra både betong- og trefasader (Jartun m.fl., 2008a). Det finnes imidlertid lite opplysninger om omfanget av PCB i maling innendørs.

Det vil kunne foregå en omfattende spredning av PCB i partikulær fase fra stående bygningsmasse til jord eller til tette flater (Jartun m.fl., 2008b). Bygningsfasader forvitrer, og

maling/murpuss kan spres til miljøet ved oppussing av fasader. Hvis restene etter en oppussing ikke blir samlet opp, vil PCB-holdige malingsflak og murpussrester kontaminere enten byjord eller sandfangsmaterialer/overvann. Dette kan videre føre til en tilførsel av PCB til en nedstrøms resipient, for eksempel havnesedimenter. Ved massetransport av anleggs- og gravemasser skjer spredning av store mengder masse raskt over lange avstander. Gjenbruk av "byjord" er en utfordring, og NGU har tidligere påvist høye konsentrasjoner av PCB i salgsproduktene beplantnings- og dyrkningsjord (Andersson m.fl., 2002).

3. Metoder

De fem byene Drammen, Kristiansand, Porsgrunn, Stavanger og Ålesund ble valgt ut for prøvetaking av bygningsfasader og jord, og vil styrke det empiriske grunnlaget for kunnskapen om PCB i bygningsmaterialer i Norge. Byene ble valgt ut på bakgrunn av SFTs tidligere pålegg om miljøtiltak i forurensede havnesedimenter. NGU har tidligere påvist aktive kilder til bl.a. PCB rundt Bergen havn i forbindelse med "Tiltaksplan for Bergen havn" (Kryvi m.fl., 2005; Jartun m.fl., 2005).

Fra hver by ble det samlet inn prøver fra ca. 20 bygninger oppført i tidsperioden 1950 – 1980, se tabell 1 og 2. Totalt har vi samlet inn 254 prøver utendørs fra 105 bygninger, og 66 prøver innendørs fra 42 bygninger. For å finne fram til aktuelle bygninger ble de enkelte kommunene samt tilhørende boligbyggelag (med borettslag) kontaktet. Målet var å finne fram til bygninger innenfor kategoriene boliger, skoler, kontor og industri. Det viste seg imidlertid vanskelig å få enkelte aktører i det private næringsliv til å gi tillatelse til en slik (frivillig) undersøkelse, så i enkelte byer er det boligblokker og skolebygg som dominerer prøvematerialet. De 105 bygningene omfatter tre kategorier: skoler, boliger og næringsbygg. I enkelte tilfeller var det vanskelig å få fastslått nøyaktig byggeår. Alle bygningene er fra perioden 1950-80, og de som vi ikke har kunnet fastslå byggeåret på, er i statistikken plassert i tidsperioden 1960-70. Dette gjelder 10 av 105 bygninger fra de fem byene. Noen av disse ble imidlertid plassert i perioden 1950-1980 av kommunen, uten at vi har noe eksakt byggeår.

3.1 Prøvetaking

3.1.1 Ytre fasader

Kjerneprøver (ca. 5 cm diameter, 6 cm lengde) ble tatt ut fra ytre fasader der det var mulig (se Figur 1). Prøvene ble emballert i zip-lockposer. For enkelte bygninger (ikke murfasader, men tegl/plater/tre) var det kun mulig å samle inn prøver av det ytre murpusslaget på grunnmur, for eksempel med en kniv eller hammer.

Figur 1. Kjerneprøvetaking av murfasader.

3.1.2 Maling

Prøver av avflassende maling ble skrapt av fra murfasadene med en sparkelspade eller kniv der det var mulig, og emballert i blanke zip-lockposer. Noen fasader var ikke malt (bar mur), andre bygg var enten belagt med ulike typer plater/tegl, eller var trebygninger. For å unngå skader på fasadene ble det tatt prøver av allerede avflassende maling eller på steder som ikke var lett synlige (se Figur 2).

Figur 2. Maling ble skrapt av murfasadene med en sparkelspade/kniv der det var mulig.

3.1.3 Fugemasser

Fra enkelte bygninger ble det samlet inn prøver av elastisk fugemasse, for eksempel rundt vinduer eller mellom betongelement, se Figur 3. Små prøver ble tatt ut med en kniv og emballert i blanke zip-lockposer.

Figur 3. Fugemasse ble samlet inn fra enkelte bygninger der det var mulig å komme til uten å skade materialet/fasaden/vinduet for mye.

3.1.4 Jord

Fra hver prøvelokalitet ble det også samlet inn en jordprøve i tilknytning til bygningsfasaden (se Figur 4). Disse ble samlet inn ved hjelp av en enkel, malingsfri hagespade, og prøvene ble emballert i Rilsanposer.

Figur 4. Prøvetaking av jord inntil bygningsfasade.

3.1.5 Innendørs

Prøver samlet innendørs ble tatt fra rom der det var stor sannsynlighet for å finne original maling, som for eksempel ulike typer kjellere som bomberom, vaskekjeller eller fyrrom. Prøver av avflassende maling ble skrapt fra gulv og/eller vegger ved hjelp av malingsskrape eller tapetkniv, og emballert i blanke zip-lockposer (se Figur 5).

Prøver av murpuss ble prøvetatt likt som malingsprøvene, der det var mulig. Det ble også samlet inn én oljeprøve fra en gammel, utdatert pumpe som stod i et fyrrom, samt flytende, ”fersk” maling fra to gamle malingsspann.

Figur 5. Det ble samlet inn prøver av maling, murpuss og fugemasser innendørs i de bygningene det var mulig å komme til i. Skoler og borettslag ga oss som regel tilgang til kjellere/fyrrom hvor det var mulig å finne original maling.

3.2 Kjemiske analyser

Innholdet av PCB_7 ble bestemt i alle prøver. Analysene ble utført ved det akkrediterte laboratoriet Alcontrol AB i Sverige ved hjelp av gasskromatografi med elektroninnfangingsdetektor (GC-ECD). For prøver av fugemasse er kun PCB_7 oppgitt, mens for prøver av mur, maling og jord er også innholdet av de syv enkelte kongenerne i PCB_7 (PCB no. 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) oppgitt. Den analytiske metoden baserer seg på Nordtest technical report 329 (Karstensen m.fl., 1997). Deteksjonsgrensen for prøver av jord, maling og knust murpuss/betong var 0,02 mg/kg med GC-ECD. I 13 av 254 prøver ble prøvene analysert ved hjelp av GC-MS, som har høyere oppløsning men også høyere deteksjonsgrense på 0,35 mg/kg. I disse prøvene ble det påvist et høyere støynivå i analysen, muligens forårsaket av andre klorerte forbindelser enn PCB.

4. Resultater

4.1 Ytre fasader

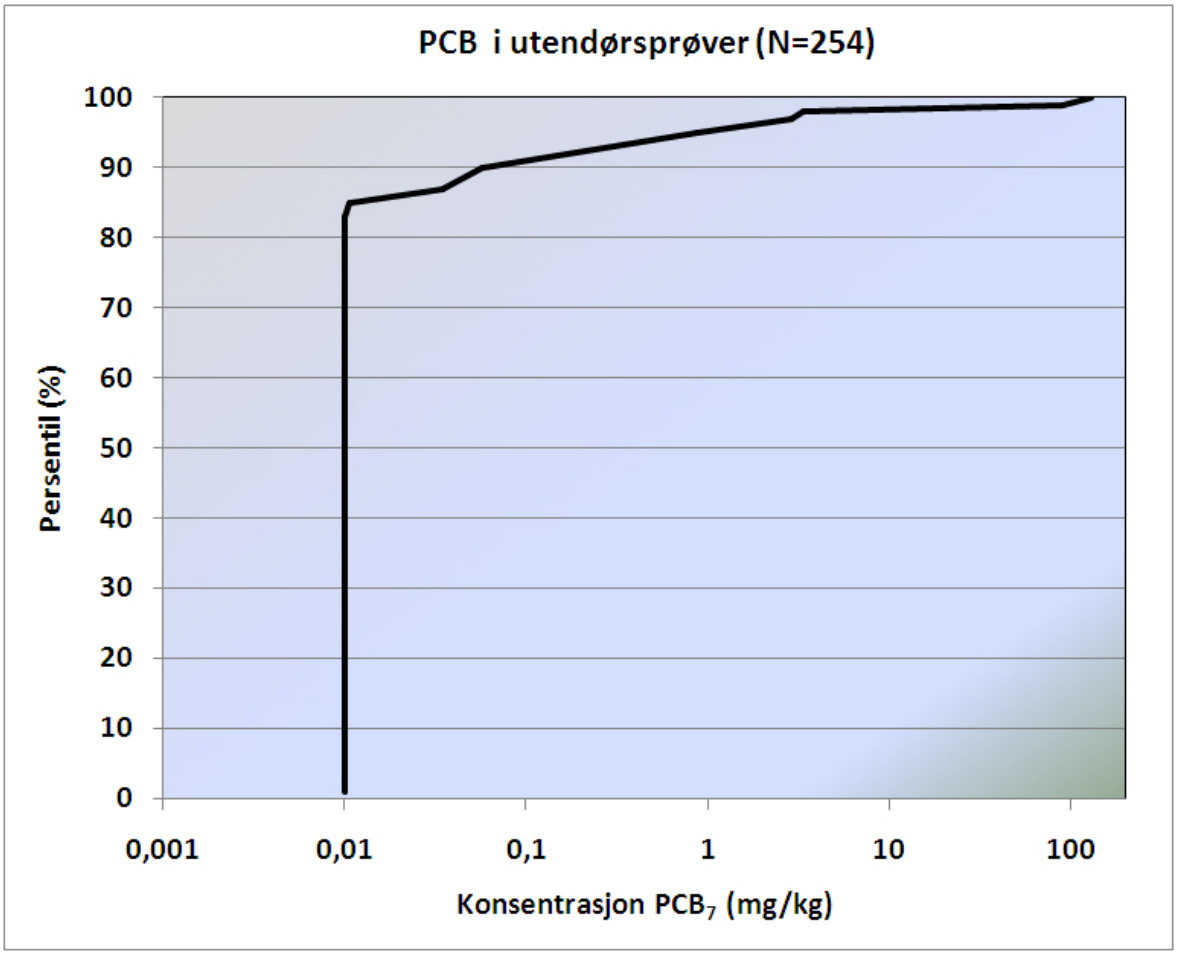
Tabell 1 viser en oppsummering av resultatene fra kartlegging av PCB i og ved bygningsfasader fra fem norske byer. For hver av de fem byene er det angitt hvor mange lokaliteter det er påvist PCB ved. Det er angitt spesifikt om PCB ble funnet i en prøve av maling/murpuss, i fugemasse, kun i jordprøve inntil bygningen eller i flere prøvetyper ved samme lokalitet. Antall lokaliteter hvor PCB_7 ble påvist er angitt sammen med de aktuelle konsentrasjonene. *Eksempel: I Stavanger ble det påvist PCB ved 10 lokaliteter, hvor det ved 1 lokalitet ble påvist PCB kun i malingen/murpussen. Ved 1 lokalitet ble det påvist PCB i både maling og i en jordprøve inntil bygningen hvor konsentrasjonen av PCB_7 var 0,141 mg/kg i jorda og 0,760 mg/kg i malingen.*

Tabell 1. Oppsummering av resultatene for PCB-kartlegging av utendørs bygningsfasader og tilstøtende jord i fem norske byer. Tallene angir <u>antall lokaliteter</u> hvor det er påvist en konsentrasjon av PCB_7 over deteksjonsgrensen, samt min- og maxkonsentrasjonen for prøver med påvisbar konsentrasjon av jord (j), maling (m) og fugemasse (f).

	Drammen *(2 av 22)*	**Kristiansand** *(5 av 21)*	**Porsgrunn** *(8 av 22)*	**Stavanger** *(10 av 20)*	**Ålesund** *(6 av 20)*
Maling/murpuss PCB_7 (mg/kg)		**2 av 5** 0,380 – 3,30	**1 av 8** 97,4	**1 av 10** 0,465	
Maling/murpuss + jord PCB_7 (mg/kg)				**1 av 10** 0,141 (j) 0,760 (m)	**2 av 6** 0,040 – 2,24
Jordprøve PCB_7 (mg/kg)	**2 av 2** 0,027 – 0,041	**3 av 5** 0,038 – 0,210	**4 av 8** 0,034 – 0,037	**6 av 10** 0,036 – 2,92	**4 av 6** 0,064 – 0,194
Fugemasse PCB_7 (mg/kg)			**3 av 8** 2,5 – 3,4	**1 av 10** 130	
Fugemasse + jord PCB_7 (mg/kg)				**1 av 10** 0,388 (j) 8,5 – 130 (f)	

Tabell 2 og 3 viser mer detaljert resultatene for PCB-undersøkelsene i utendørsprøvene. Prøvematerialet utendørs omfatter prøver av maling, murpuss, betong, fugemasse og jord fra ca. 20 lokaliteter i hver av de fem byene Drammen, Kristiansand, Porsgrunn, Stavanger og Ålesund.

En oversikt over resultatene er også gitt i Figur 6, som viser den kumulative frekvensfordelingen for PCB-konsentrasjonene i samtlige prøver.



Figur 6. Kumulativ frekvensfordeling for PCB i samtlige prøver (N=254), inkludert prøver av betong, maling, fugemasse og jord, fra de fem byene Drammen, Kristiansand, Porsgrunn, Stavanger og Ålesund. Prøver med PCB_7-konsentrasjon under deteksjonsgrensen har fått verdien "halve deteksjonsgrensen", i dette tilfellet (0,01 mg/kg).

Tabell 2. Oversikt som viser antall bygninger/lokaliteter og innhold av PCB_7 innenfor kategoriene skole, bolig og næringsbygg fra byene Drammen, Kristiansand, Porsgrunn, Stavanger og Ålesund. Tabellen viser PCB-innhold i utendørsprøver (ytre fasade).

UTE N undersøkte bygg	Drammen 22	Kristiansand 21	Porsgrunn 22	Stavanger 20	Ålesund 20	SUM 105
< 1950	-	-	-	-	1	1
1950-1960	2	10	6	4	5	27
1960-1970	10	11	10	11	11	53
1970-1980	10	-	5	5	3	23
> 1980	-	-	1	-	-	1
N skoler	8	6	6	11	9	40
N boliger	11	6	3	3	8	31
N næringsbygg	3	9	13	6	3	34
N betongprøver	11	10	17	9	15	62
N malingsprøver	21	20	12	17	17	87
N jordprøver	19	17	18	14	15	83
N fugemasse	3	1	8	9	1	22
N bygg påvist PCB_7	**2 (10%)**	**5 (24 %)**	**8 (36 %)**	**10 (50 %)**	**6 (30 %)**	**31 (30 %)**
skoler	1	3	2	7	4	17
bolig	0	1	0	1	2	4
industri/næringsbygg	1	1	6	2	0	10
median PCB (mg/kg) i *betong*	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
max - min (mg/kg) i *betong*	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02– 0,470	<0,02 - 0,040	<0,02 – 0,470
median PCB (mg/kg) i *maling*	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
max - min (mg/kg) i *maling*	<0,02	<0,02 – 3,3	<0,02 – 97,4	<0,02 – 0,760	<0,02 – 1,1	<0,02 – 97,4
median PCB (mg/kg) i *jord*	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
max - min (mg/kg) i *jord*	<0,02 – 0,040	<0,02 – 0,210	<0,02 – 0,040	<0,02 – 2,92	<0,02 – 2,24	<0,02 – 2,92
median PCB (mg/kg) i *fugemasse*	<0,02	<0,02	1,26	<0,02	<0,02	<0,02
max - min PCB (mg/kg) i *fugemasse*	<0,02	<0,02	<0,02 - 3,4	<0,02 – 130	<0,02	<0,02 - 130

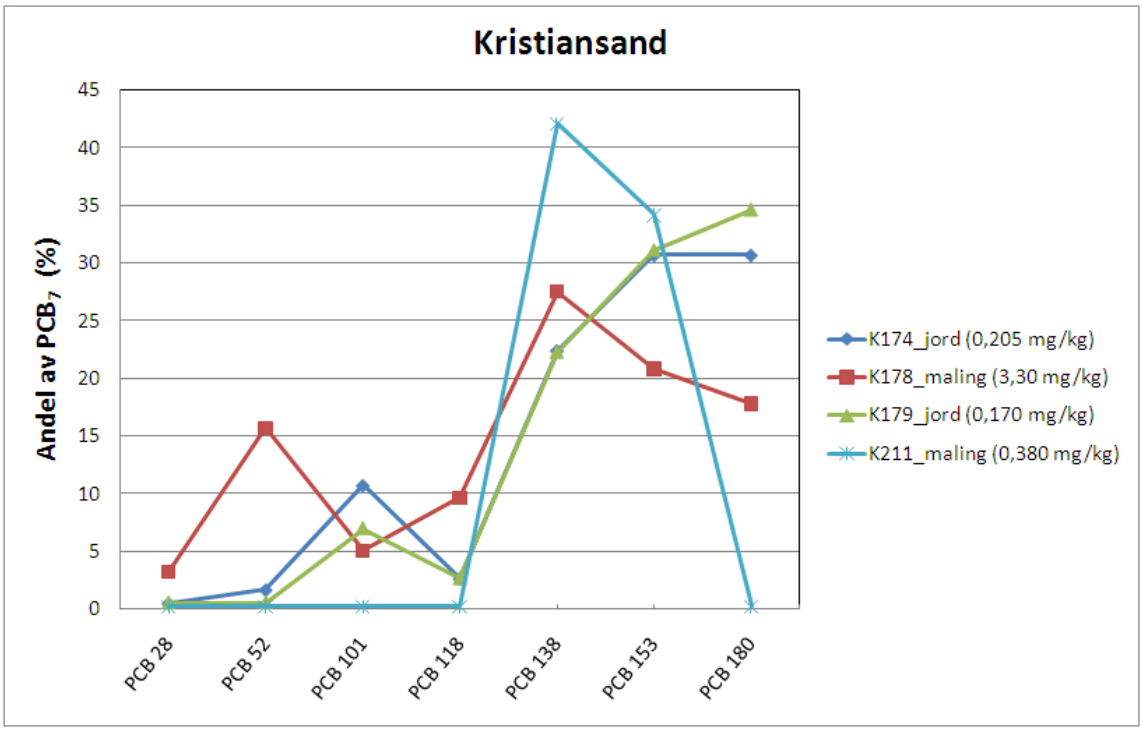
Tabell 3. Lokaliteter med PCB (ytre fasade), fordelt på bygningstype og byggeår.

	Bolig					Skole					Næring				
	N totalt	N m/ PCB	1951-60	1961-70	> 1970	N totalt	N m/ PCB	1951-60	1961-70	> 1970	N totalt	N m/ PCB	1951-60	1961-70	> 1970
Drammen	11	0	-	-	-	8	1	-	1	-	3	1	1	-	-
Kristiansand	6	1	-	1	-	6	3	-	3	-	9	1	1	-	-
Porsgrunn	3	0	-	-	-	6	2	1	-	1	13	6	3	2	1
Stavanger	3	1	1	-	-	11	7	2	3	2	6	2		1	1
Ålesund	8	2	1	1	-	9	4		4		3	0			

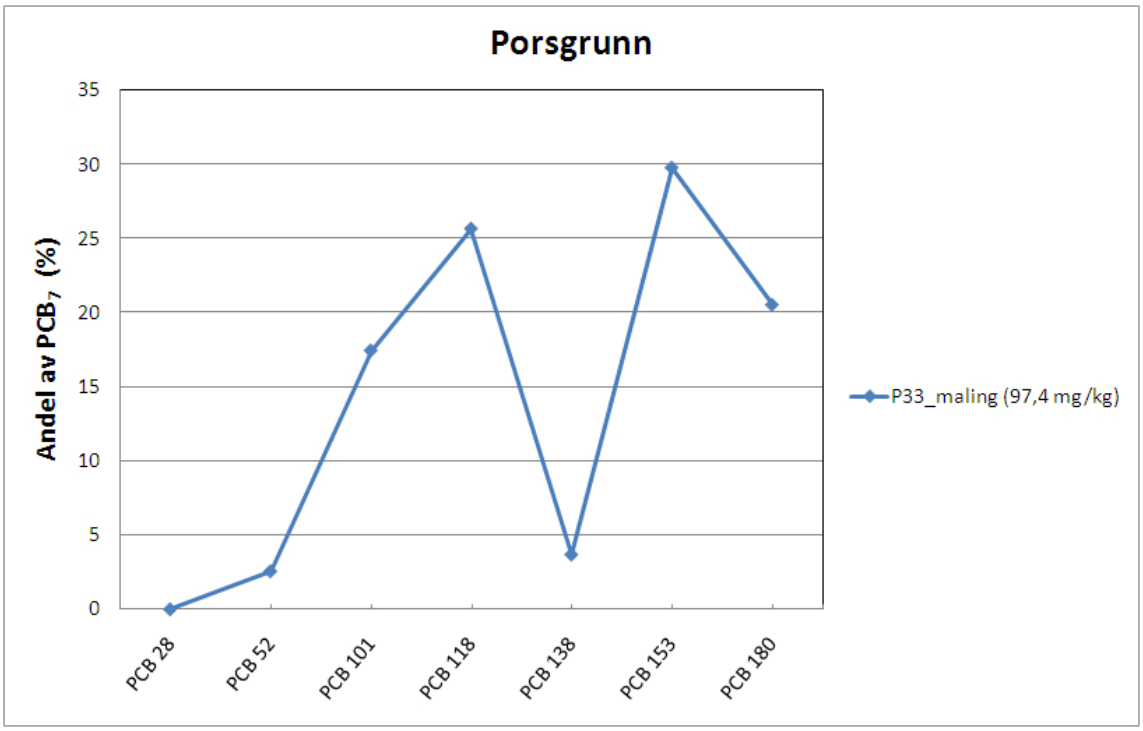
4.1.1 PCB-profiler – ytre fasader

Figur 7-11 viser PCB_7-profilene der de sju kongenernes betydning for PCB_7-konsentrasjonen vises. Dette kan være et verktøy for å indikere om to prøver kan ha samme opphav, eller man kan sammenligne med kjente tekniske blandinger (standardprofiler) for å indikere en mulig kilde/produsent (Konieczny og Mouland, 1997). Det er flere usikkerheter knyttet til dette, bl.a. kongenernes ulike nedbrytningshastigheter og fordampningsegenskaper. Usikkerheten øker også ved lavere konsentrasjoner. NGUs erfaring er at PCB_7-konsentrasjonen bør være ca. 0,100 mg/kg før man kan tegne gode profil. Ingen prøver hadde en PCB_7-konsentrasjon over 0,100 mg/kg fra Drammen, derfor er profilene herfra utelatt.

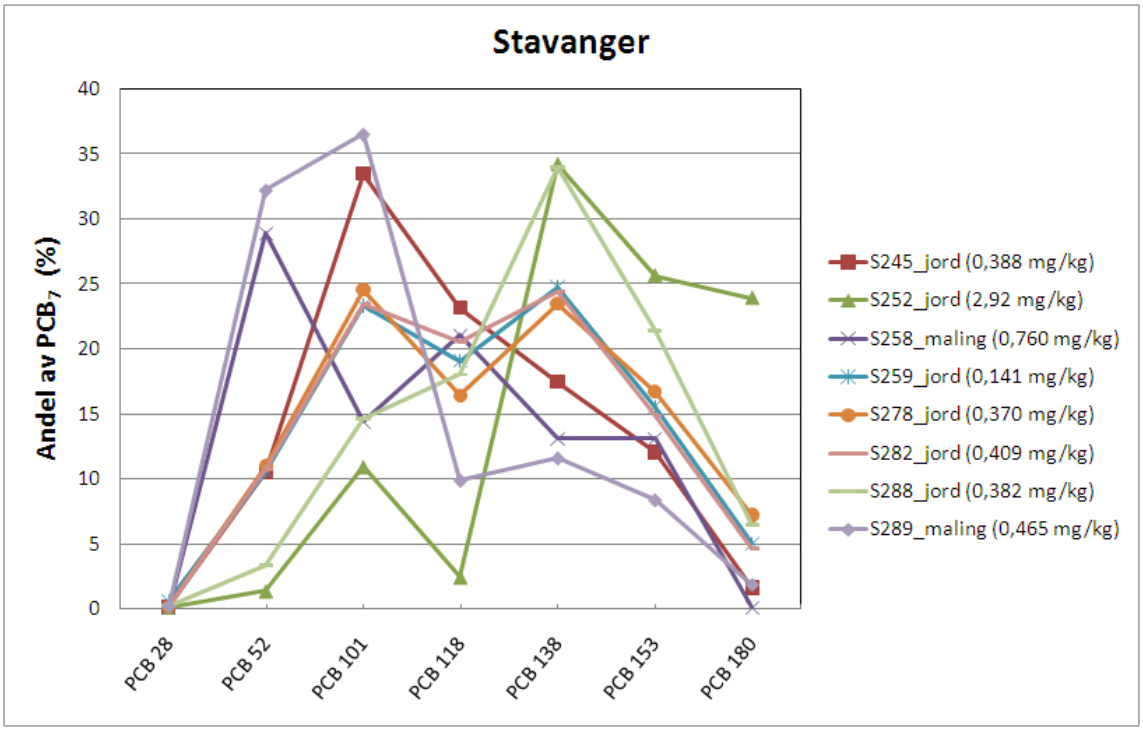
Standardprofil for de mest kjente tekniske blandingene er presentert i Figur 25 og Figur 26.



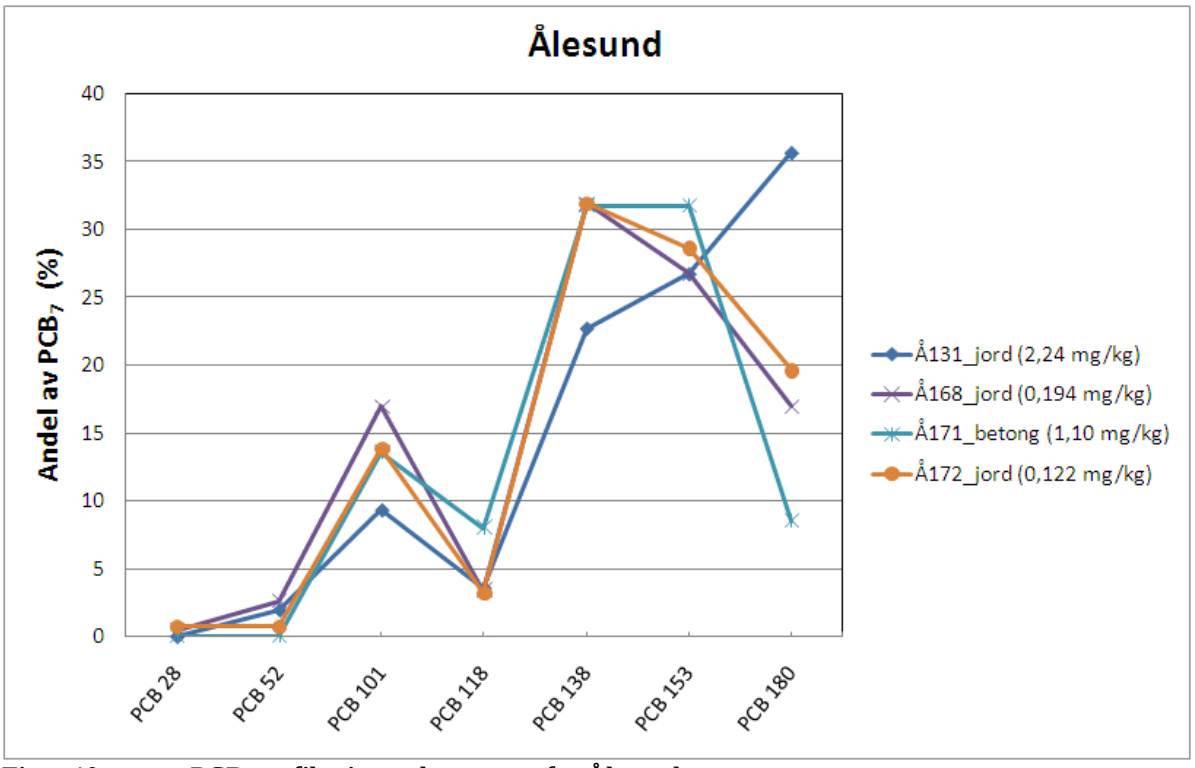
Figur 7. PCB-profiler i utendørsprøver fra Kristiansand.



Figur 8. PCB-profiler i utendørsprøver fra Porsgrunn.



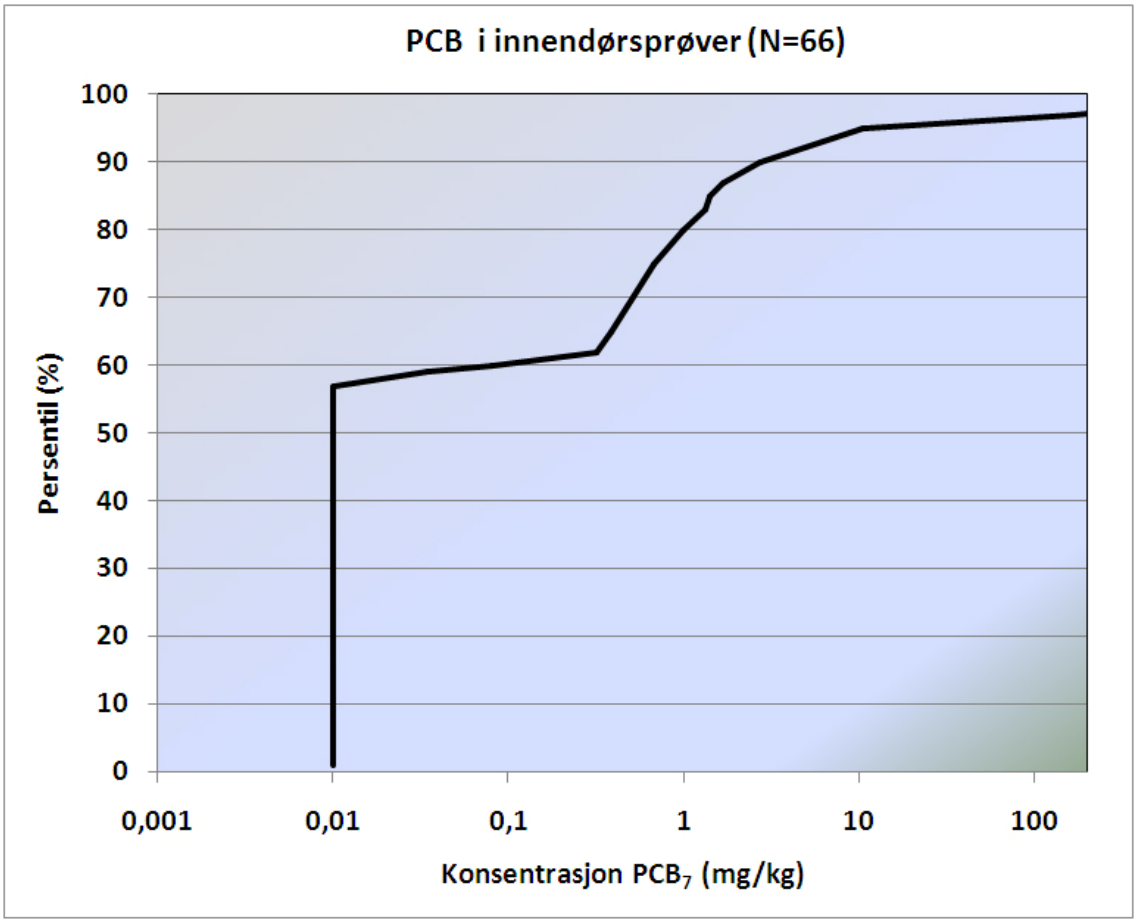
Figur 9. PCB-profiler i utendørsprøver fra Stavanger.



Figur 10. PCB-profiler i utendørsprøver fra Ålesund.

4.2 PCB-kartlegging innendørs

Prøvematerialet innendørs er inndelt i kategoriene maling, murpuss og en blanding av maling/murpuss der disse to prøvematerialene var vanskelig å skille. Antallet lokaliteter er noe redusert for innendørsprøver i forhold til utendørs på grunn av begrenset adkomst til de aktuelle bygningene i enkelte tilfeller.



Figur 11. **Kumulativ frekvensfordeling for PCB i innendørsprøver (N=66), inkludert prøver av maling og murpuss fra de fem byene Drammen, Kristiansand, Porsgrunn, Stavanger og Ålesund.**

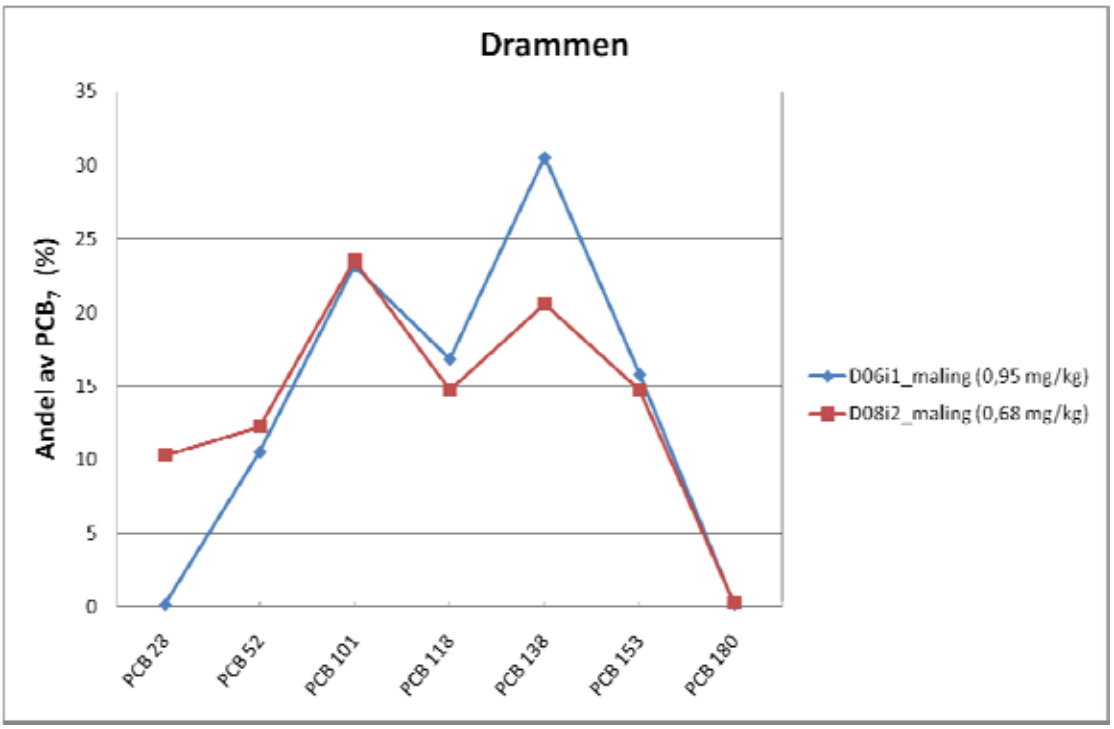
Tabell 4. PCB_7 i prøver av maling, murpuss og maling/murpuss innendørs fra de samme byene som i Tabell 2.

INNE N undersøkte bygg	Drammen 14	Kristiansand 8	Porsgrunn 6	Stavanger 7	Ålesund 7	SUM 42
1950-1960	1	4	3	1	2	11
1960-1970	4	4	2	4	4	18
1970-1980	4	-	1	2	-	7
skoler	8	5	4	5	3	25
bolig	6	1	1	1	4	13
næringsbygg	-	2	1	1	-	4
N bygg påvist PCB_7	**4 (66 %)**	**6 (75 %)**	**4 (66 %)**	**5 (71 %)**	**3 (43 %)**	**22 (52 %)**
1950-1960	1	3	2	1	1	8
1960-1970	1	3	2	2	2	10
1970-1980	2	-	-	2	-	4
skoler	3	4	3	4	3	17
bolig	1	-	-	-	-	1
næringsbygg	-	2	1	1	-	4
N analyserte malingsprøver	15	10	9	10	5	49
N analyserte maling/murpuss	-	3	2	1	3	9
N analyserte murpussprøver	3	-	-	-	2	5
N analyserte fuger	1	-	-	-	-	1
N analyserte annet/olje	-	-	-	1	1	2
median PCB (mg/kg) i *maling*	<0,02	0,535	1,34	0,23	<0,02	<0,02
max - min (mg/kg) i *maling*	<0,02 - 0,95	<0,02 - 11,0	<0,02 - 142	<0,02 - 650	<0,02 - 1,89	<0,02 - 650
median PCB (mg/kg) i *maling/murpuss*	-	-	0,205	<0,02	0,08	<0,02
max - min (mg/kg) i *maling/murpuss*	-	-	<0,02 - 0,40	<0,02	<0,02 - 0,309	<0,02 - 0,40
median PCB (mg/kg) i *murpuss*	<0,02	<0,02	-	-	<0,02	<0,02
max - min (mg/kg) i *murpuss*	<0,02	<0,02	-	-	<0,02	<0,02

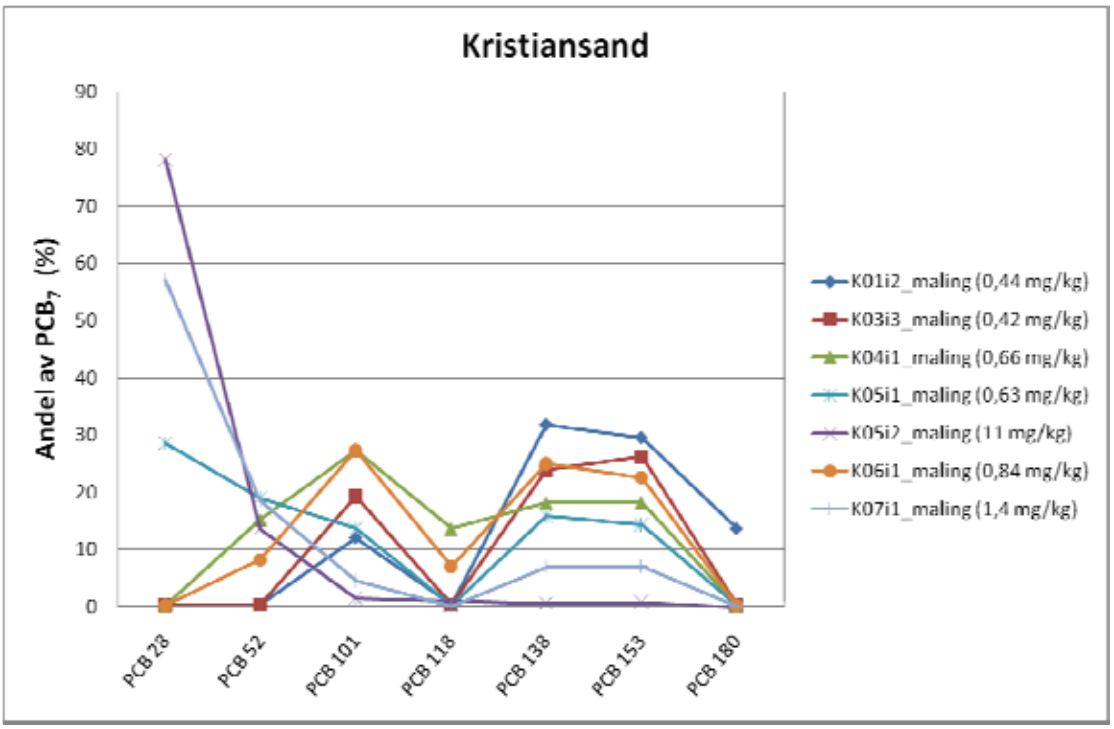
4.2.1 PCB-profiler innendørs

Figur 12 - Figur 16 viser PCB_7-profilene for innendørsprøver, der de sju kongenernes betydning for PCB_7-konsentrasjonen vises.

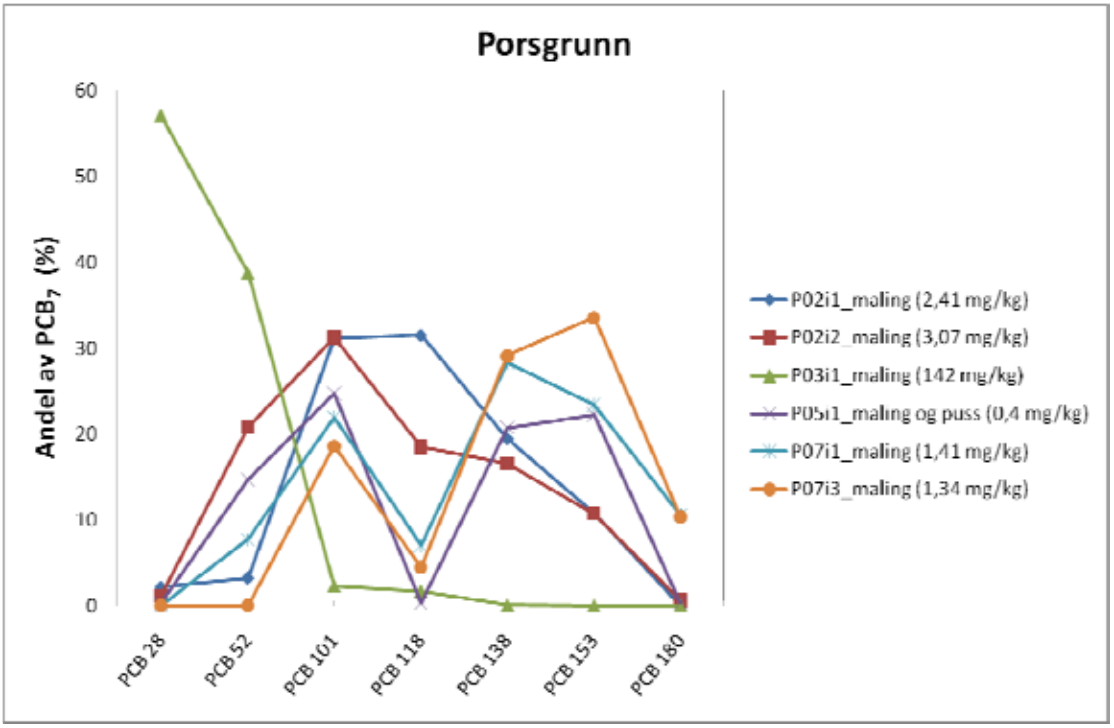
Standardprofil for de mest kjente tekniske blandingene er presentert i Figur 25Figur 26.



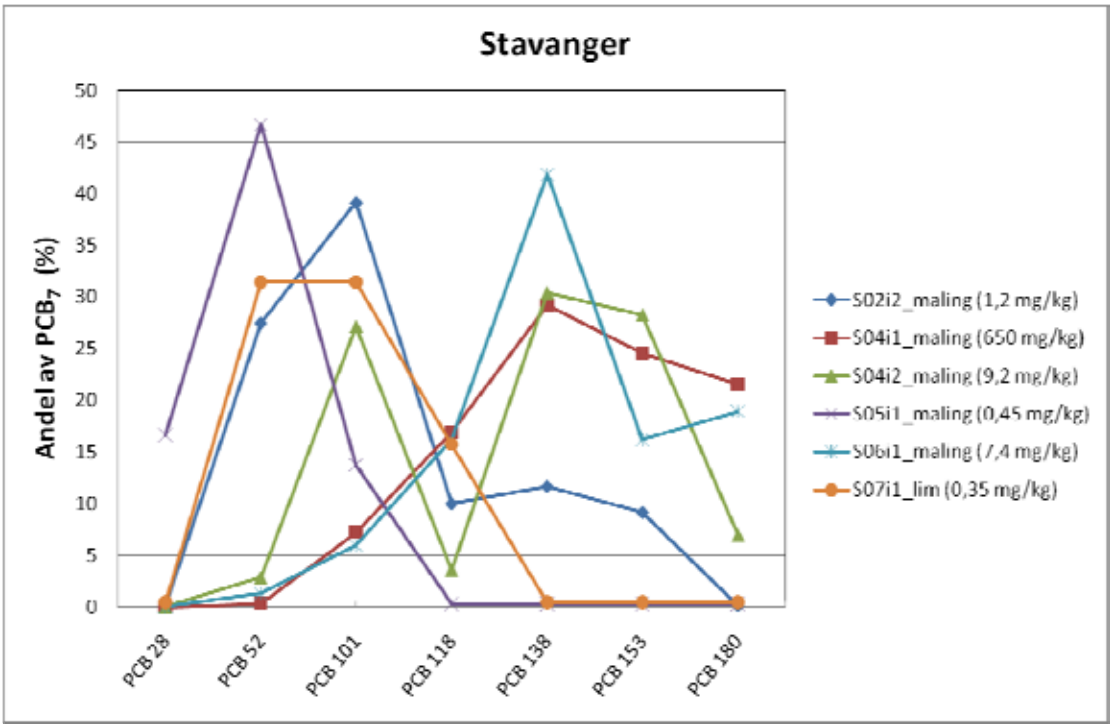
Figur 12. PCB-profiler i innendørsprøver fra Drammen.



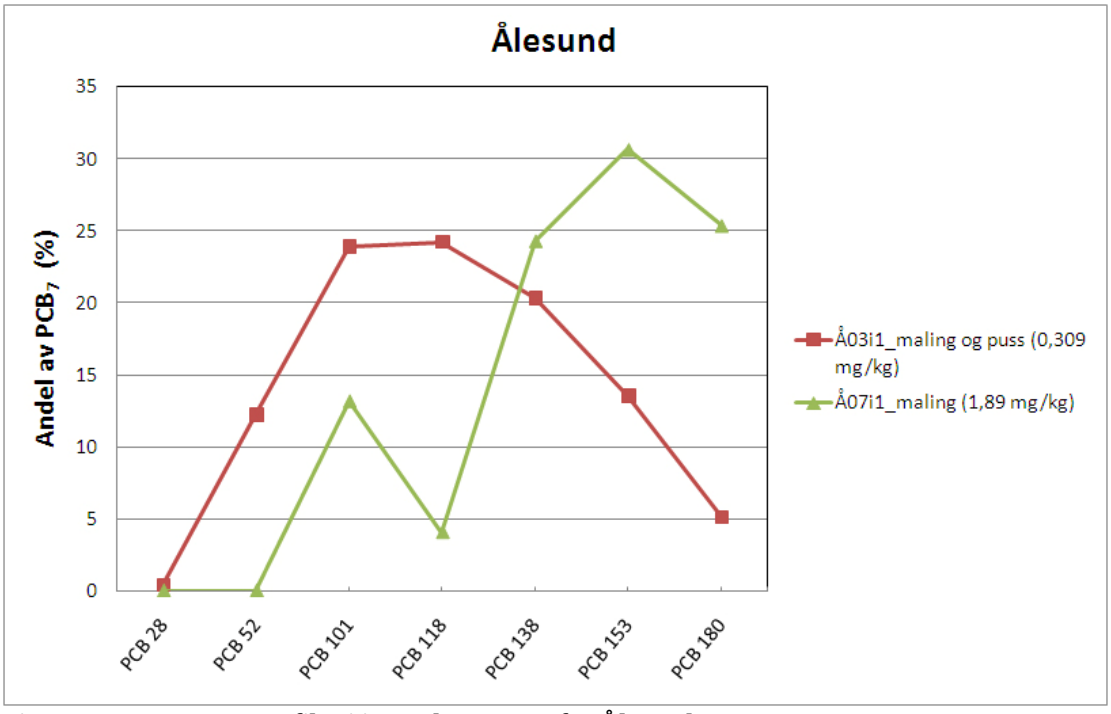
Figur 13. PCB-profiler i innendørsprøver fra Kristiansand.



Figur 14. **PCB-profiler i innendørsprøver fra Porsgrunn.**



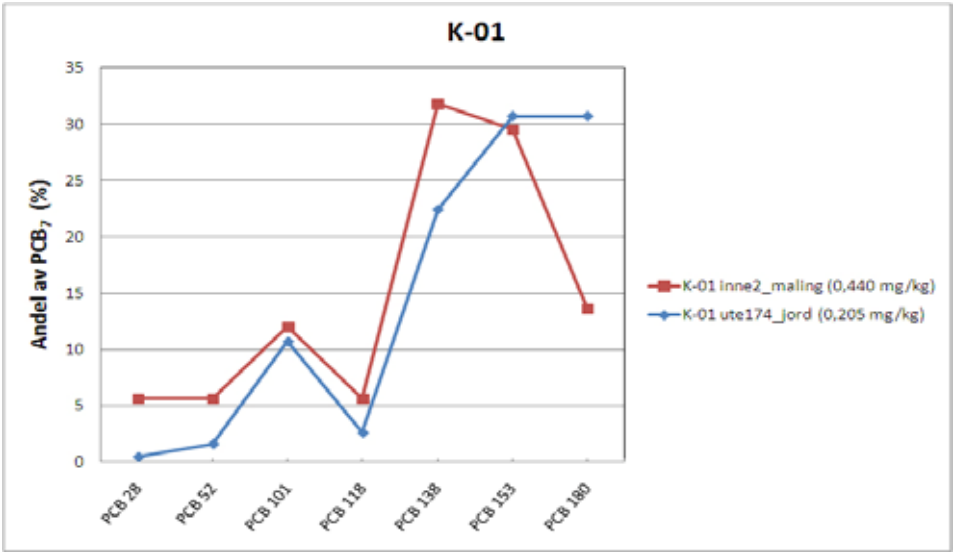
Figur 15. **PCB-profiler i innendørsprøver fra Stavanger.**



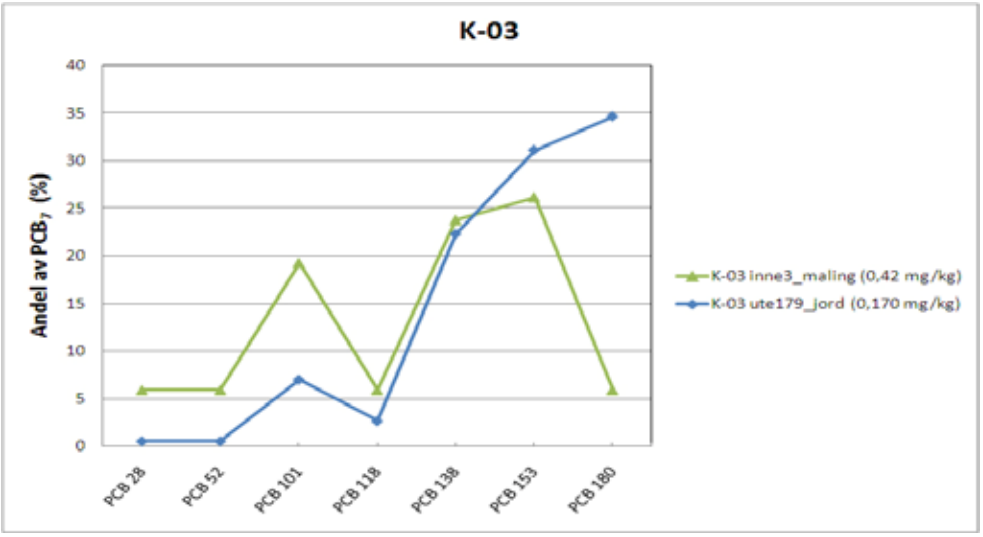
Figur 16. PCB-profiler i innendørsprøver fra Ålesund.

4.3 Er det samme type PCB ute og inne?

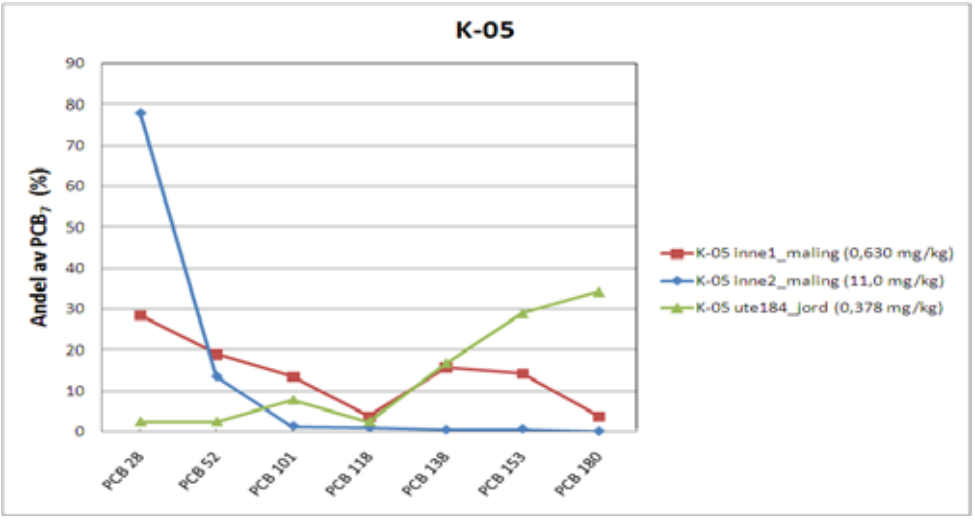
I 9 bygninger av totalt 44, som det ble samlet inn prøver av innendørs maling/murpuss fra, fant vi spor av PCB i **både** ytre fasade (maling, fugemasse, murpuss, betong eller jord) og innendørs (maling eller murpuss). Vi har sett nærmere på PCB_7-profilene inne og ute og sammenlignet disse for å se om det kan være en sammenheng. Profilene fra de 9 bygningene er gitt i Figur 17Figur 24.



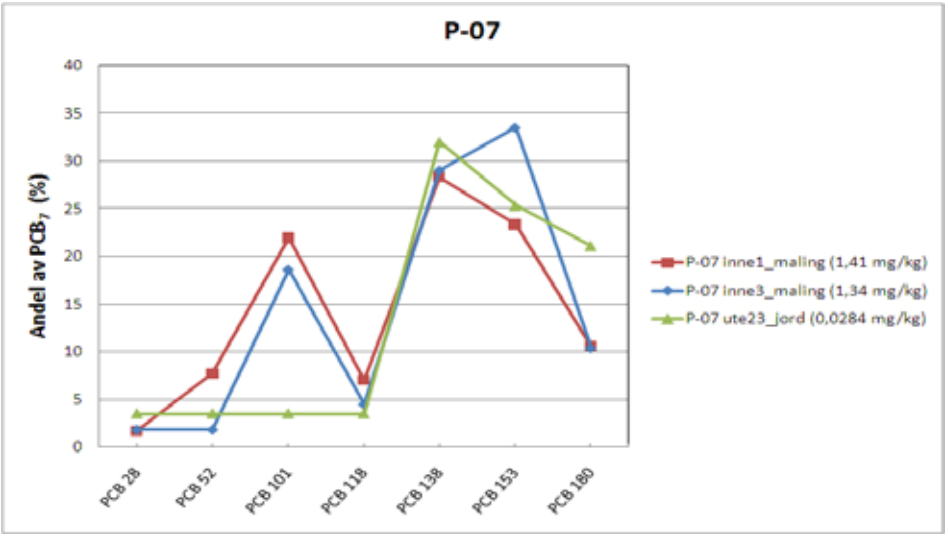
Figur 17. PCB_7-profiler inne og ute i prøver fra bygning 01 i Kristiansand.



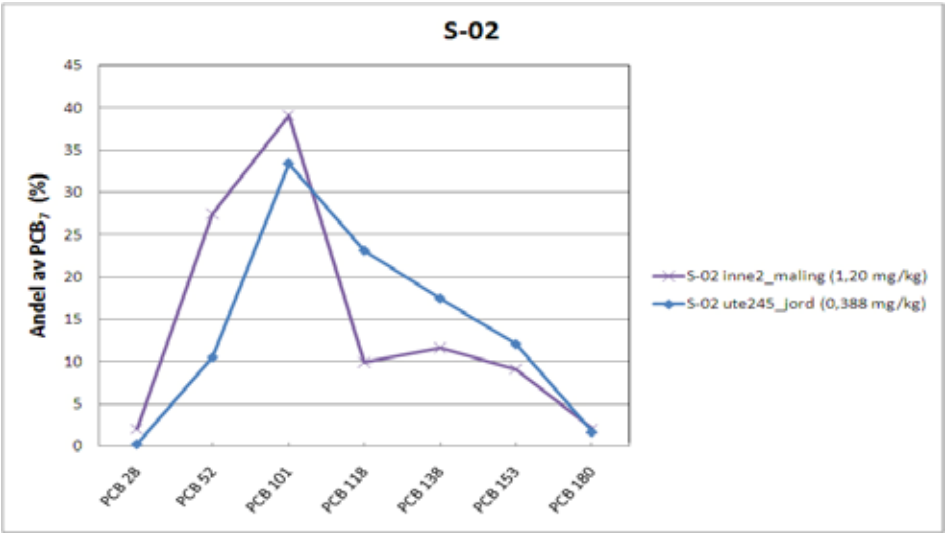
Figur 18. **PCB_7-profiler inne og ute i prøver fra bygning 03 i Kristiansand.**



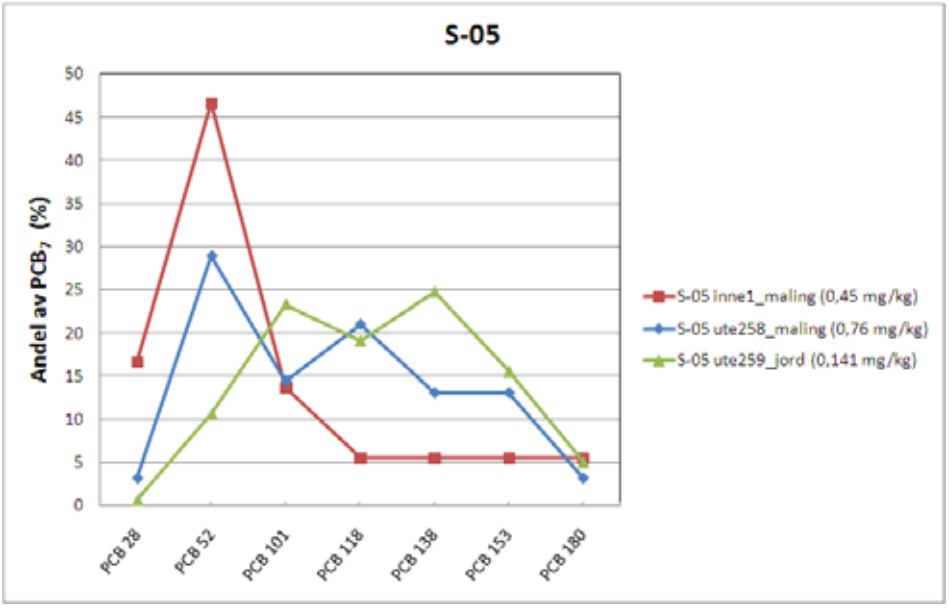
Figur 19. **PCB_7-profiler inne og ute i prøver fra bygning 05 i Kristiansand.**



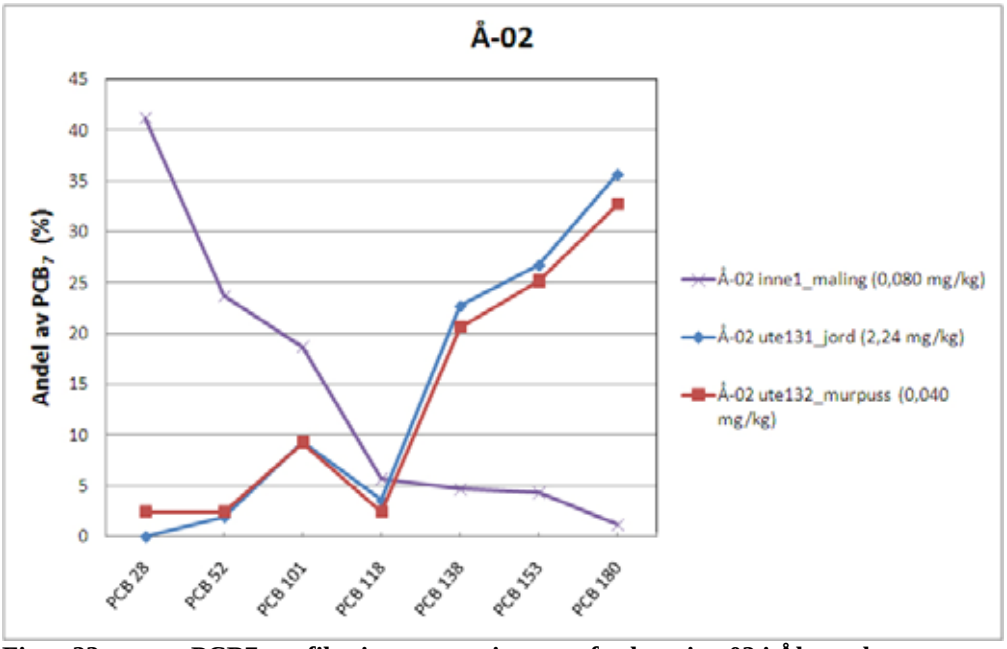
Figur 20. **PCB7-profiler inne og ute i prøver fra bygning 07 i Porsgrunn.**



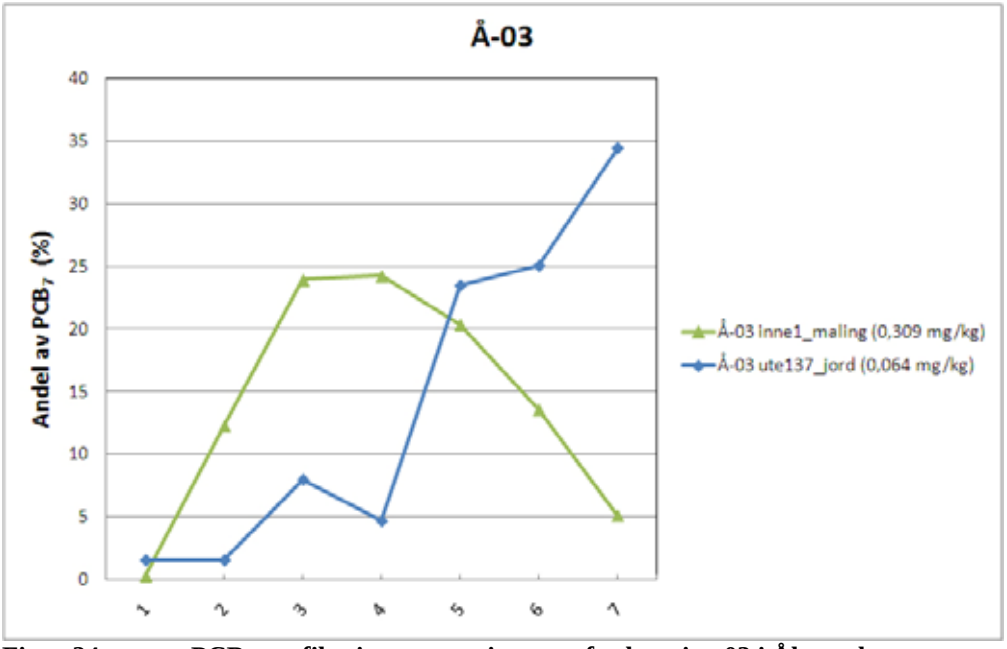
Figur 21. **PCB_7-profiler inne og ute i prøver fra bygning 02 i Stavanger.**



Figur 22. **PCB_7-profiler inne og ute i prøver fra bygning 05 i Stavanger.**

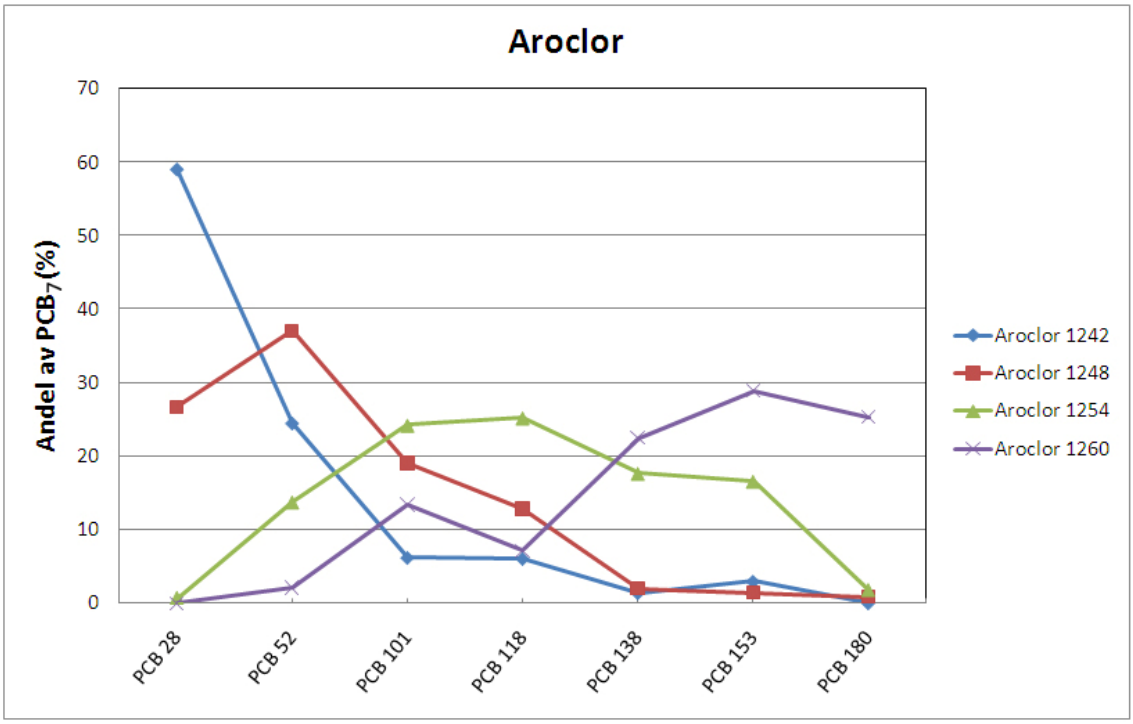


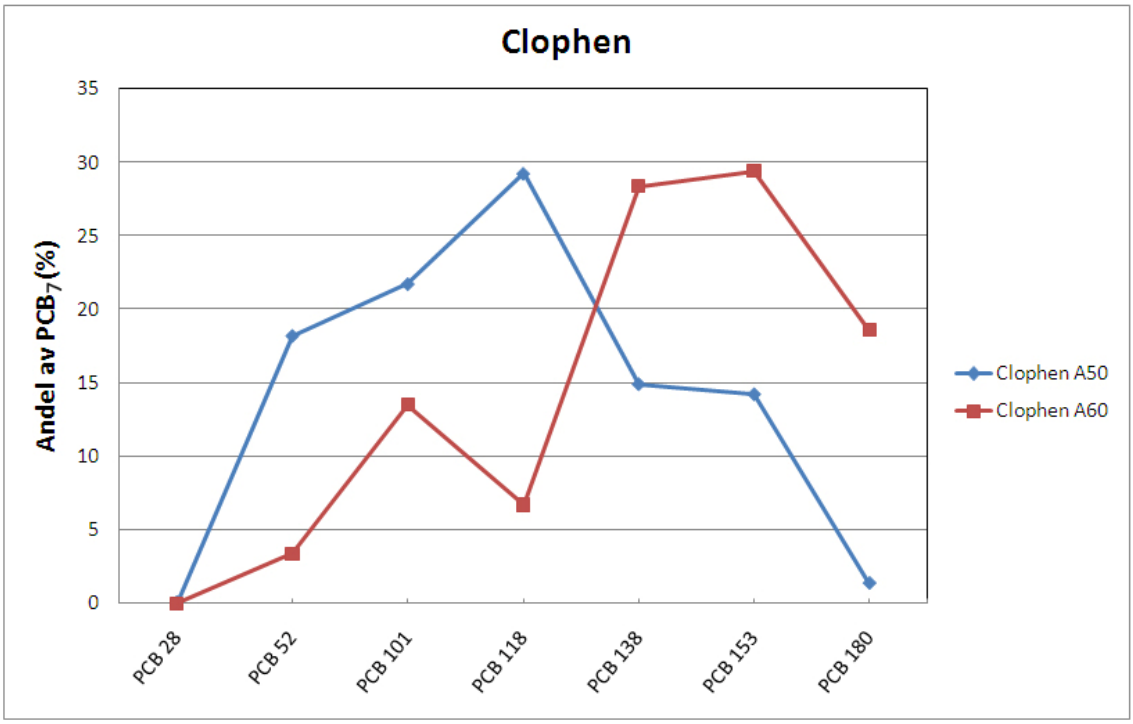
Figur 23. **PCB7-profiler inne og ute i prøver fra bygning 02 i Ålesund.**



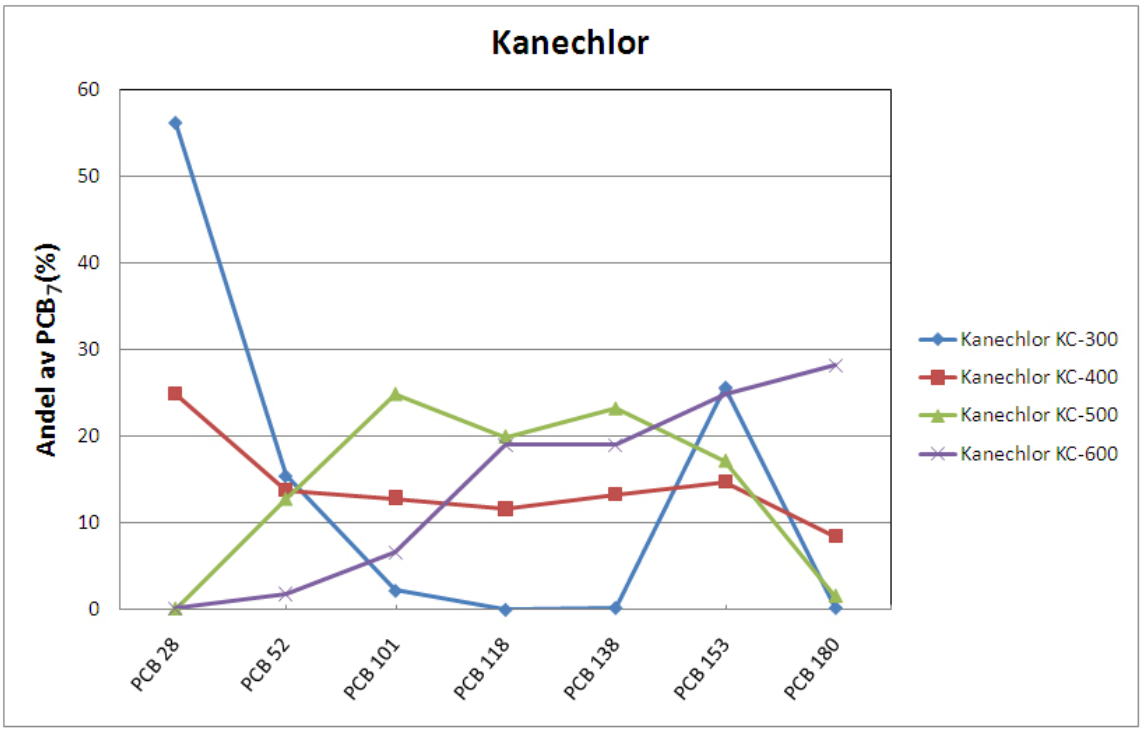
Figur 24. **PCB_7-profiler inne og ute i prøver fra bygning 03 i Ålesund.**

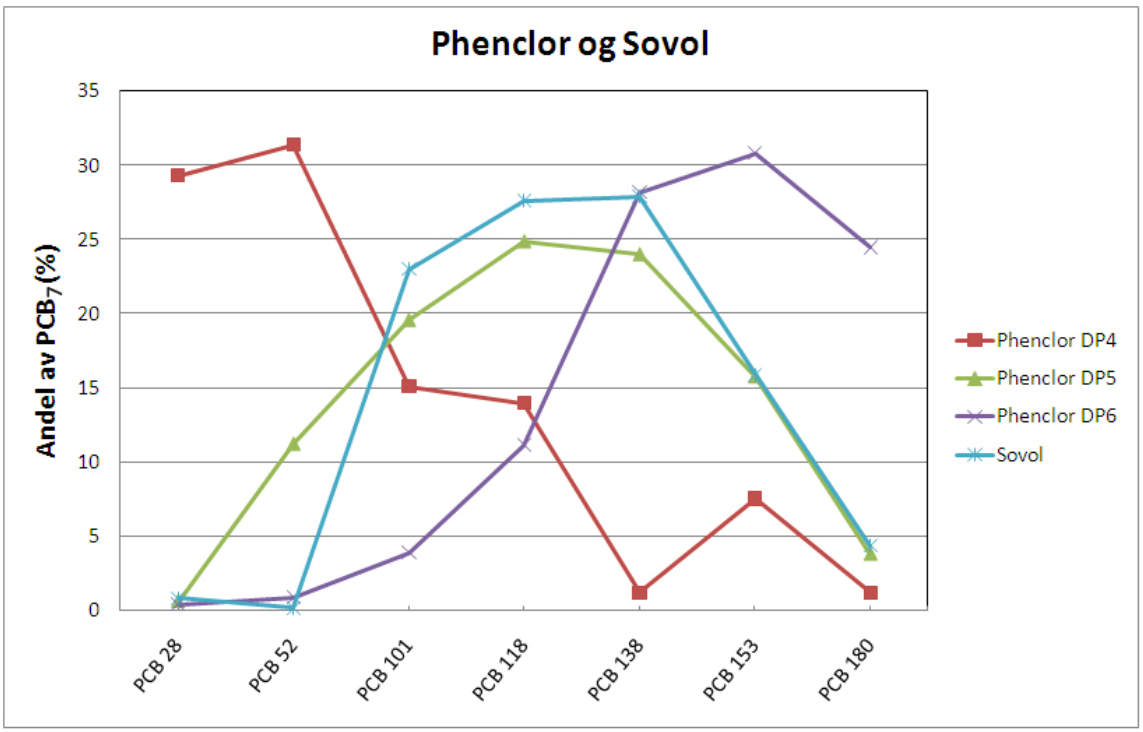
4.4 Standardprofiler





Figur 25. **Standardprofiler for tekniske blandinger (Aroclor og Clophen), fra Konieczny og Mouland (1997).**





Figur 26. **Standarprofiler for tekniske blandinger (Kanechlor, Phenclor og Sovol), fra Konieczny og Mouland (1997).**

5. Diskusjon

5.1 Ytre fasader

Det ble påvist spor av PCB i eller ved 31 av totalt 105 bygninger (30 %) fordelt på byene Drammen (2), Kristiansand (5), Porsgrunn (8), Stavanger (10) og Ålesund (6), se Tabell 1, Tabell 2Tabell 3. Alle resultater over deteksjonsgrensen for PCB_7 med angitt metode ble registrert som PCB-lokalitet, selv om det kun var en enkelt jordprøve inntil bygningen som inneholdt PCB. Totalt ble det påvist spor av PCB_7 i 38 av 254 enkeltprøver (15 %), se fordelingen i Tabell 1 og kumulativ frekvensfordeling i Figur 6. Konsentrasjonene i jord, maling og betong ligger for det meste under deteksjonsgrensen, eller litt i overkant. Enkeltprøver av maling og fugemasse har imidlertid høy konsentrasjon av PCB_7, eksempelvis 97,4 mg/kg for maling fra Porsgrunn og 130 mg/kg i fugemasse fra Stavanger. Begge disse konsentrasjonene er over grensen for farlig avfall (50 mg/kg).

Resultatene viser at 12 av totalt 105 *bygninger* i denne undersøkelsen har spor av PCB i selve bygningsmaterialet, enten i maling, betong eller fugemasse. De siste 19 byggene som er registrert som PCB-lokalitet har vist spor av PCB i *jorda* inntil bygningene, men ikke i selve bygningen. Dette kan forklares ved at jorda kan inneholde PCB fra andre kilder (tilkjørt jord), eller eventuelt i et materiale i bygningsfasaden som vi ikke har fått samlet inn prøve av. PCB-holdige fasader må likevel betraktes som en nasjonal utfordring også etter denne utfyllende undersøkelsen fra de 5 nye byene.

5.2 Fugemasser

Det ble påvist spor av PCB i fugemasser i 8 av totalt 22 prøver utendørs. Medianverdien ligger derfor under deteksjonsgrensen på 2,0 mg/kg, mens gjennomsnittsverdien er 16,6 mg/kg. Dette er ikke høyt sammenlignet med andre undersøkelser av fugemasse (Sverud og Estensen, 2000). Det er derfor grunn til å tro at utfordringen med utvendige fugemasser i norske bygninger er større enn hva som ble avdekket i vår spesifikke undersøkelse. I Sverige er saneringsgrensen for PCB-holdige fugemasser på 500 mg/kg PCB i fugene (Svenska miljödepartementet, 2007). Ut fra prøvematerialet fra 22 tilfeldige bygninger fordelt på de fem byene er fugemasser fra bygninger oppført mellom 1946 og 1980 et mindre problem enn ytre fasader, først og fremst representert ved gammel maling.

5.3 Spredning til jord

Resultatene fra de fem byene indikerer ingen vesentlig spredning fra bygningsmassen til jord ved de lokalitetene vi har påvist PCB. Ved 4 av 105 bygninger er det påvist PCB i *både* ytre fasade og tilstøtende jord. I de resterende prøvene som inneholder PCB foreligger miljøgiften i *enten* et bygningsmateriale *eller* i en jordprøve tatt inntil bygningen.

Dersom området rundt en PCB-holdig fasade består av jord, kan denne jorda lett bli kontaminert gjennom naturlig forvitring (regn, vind, alder) eller ved aktiv oppussing av fasaden. Jordprøver ved en PCB-holdig fasade i Oslo viste at konsentrasjonene av PCB i jordprøvene avtok relativt raskt med økende avstand fra veggen (Andersson m.fl., 2006).

Dersom det er tette flater rundt bygningen, vil malingsflak og partikler fra murpuss/betong/fugemasser bli transportert med regnvann/overvann direkte til en nedstrøms resipient eller til et avløpssystem.

5.4 Innendørs

Av prøver tatt innendørs er det i alt analyseresultater for 42 bygg, se tabell 4. Av disse er det påvist PCB i 22 (52 %) av byggene. Nivåene sett under ett er imidlertid lave, med medianverdier under deteksjonsgrensen for både maling, murpuss og blandingen maling/murpuss. Ser man nærmere på de prøvene som det er påvist PCB i, ligger medianverdien for disse prøvene på 1,34 mg PCB_7/kg for malingsprøver, og 0,31 mg/kg for blandingen maling/murpuss. Ingen av prøvene av rent murpuss hadde konsentrasjoner av PCB_7 over deteksjonsgrensen.

I 17 av 25 skoler (68 %) er det påvist PCB, mens kun 1 av 13 boliger (8 %) inneholder PCB. I samtlige fire prøver tatt innendørs fra næringsbygg er det påvist spor av PCB.

I følge avfallsforskriftens kapittel 11 (Lovdata, 2008) regnes alt avfall som inneholder en PCB_7-konsentrasjon over 50 mg/kg for farlig avfall, og må behandles deretter. 4 % av malingsprøvene tatt innendørs inneholder mer enn 50 mg/kg, den høyeste målte konsentrasjonen overstiger grensen for farlig avfall 13 ganger.

5.5 Profiler og sammenligninger

Å sammenligne PCB_7-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 mhp mulig individuell nedbrytning av kongenere og innslag av flere mulige kilder. Imidlertid er det tydelig at prøvene fra Kristiansand i Figur 7 har en relativt høy-klorert PCB_7-sammensetning, noe som kan indikere bruk av for eksempel en Aroclor 1260 eller Clophen A60-blanding. Det samme mønsteret kan også ses for enkelte prøver fra Stavanger og Ålesund (Figur 9 og Figur 10). Det kan ofte være slik at de lavklorerte kongenerne fordamper/nedbrytes først, slik at det over tid vil utvikle seg til et mer mellom- og høyklorert profil.

PCB_7-profilene innendørs arter seg noe annerledes, da det er vesentlig fler prøver med et betydelig innslag av de lavklorerte kongenerne som inngår i PCB_7, slik som PCB-28 og PCB-52, for eksempel fra Kristiansand (Figur 13) og Porsgrunn (Figur 14). Det er vanskelig å gi noen god forklaring på dette. Det går også fram av resultatene at dette gjelder prøver med høye konsentrasjoner, for eksempel 142 mg/kg for innendørs maling i Porsgrunn. Tidligere erfaring med slike PCB-profiler viser at et slikt lavklorert innhold er et tegn på en fersk, aktiv kilde som ikke har rukket å fordampe/forvitre/nedbrytes. I så fall vil det være viktig å ta tak i undersøkelser av PCB i innendørs maling for å få en grundigere nasjonal oversikt over denne utfordringen. Det er ingen tegn i dataene fra disse 5 byene som skulle tilsi at det er en tydelig sammenheng mellom PCB-innholdet i utendørs og innendørs maling. Likevel vil kanskje en undersøkelse av PCB-innholdet innendørs i bygninger der det allerede er påvist en høy konsentrasjon i utendørs maling være et godt utgangspunkt. Det finnes slike aktuelle bygninger i for eksempel Bergen (Andersson m.fl., 2002).

Ved enkelte lokaliteter er det et visuelt samsvar i PCB_7-profilene mellom prøver av innendørs maling og prøver fra ytre fasade (maling, betong, murpuss, jord). Dette gjelder for eksempel lokalitet 1 fra Kristiansand (Figur 17) der en prøve av innendørs maling har til dels sammenfallende profil med en prøve av jord tatt inntil bygningen på utsiden. Lokalitet 5 fra Stavanger (Figur 22) er den eneste bygningen der vi har påvist PCB i både innendørs og utendørs maling. Ut fra kurven kan dette være fra samme kilde, men konsentrasjonene er relativt lave (hhv. 0,45 og 0,76 mg/kg) noe som kan gi stor usikkerhet og betydelige utslag i profilet. Betydningen som hver enkelt kongener har på PCB_7 vil antakelig endres mer i prøver utendørs enn prøver innendørs pga. faktorer som forvitring, nedbrytning og påvirkning fra andre kilder uten at dette er studert nærmere i denne undersøkelsen.

6. Konklusjon

Det ble påvist spor av PCB i eller ved 31 av 105 lokaliteter i utendørsprøver, enten i form av PCB-holdig maling, betong, fugemasse eller jord inntil bygningene. Konsentrasjonene er lave, men enkelte bygninger har konsentrasjoner av PCB_7 klart over farlig avfallsgrense. Konsentrasjoner opp mot 130 mg/kg i fugemasse og 97 mg/kg i maling er påvist. Konsentrasjonene som ble funnet i de fem nevnte byene er imidlertid lavere enn hva som tidligere er påvist i bl.a. Bergen og på Svalbard. Stavanger er den av de fem undersøkte byene som har flest prøver som inneholder PCB. Dette forsterker en tidligere mistanke om at PCB-holdige produkter, som for eksempel maling, ble brukt mer på Vestlandet enn i andre deler av landet.

Det ble påvist PCB i innendørs maling/murpuss i 22 av 42 bygninger, med konsentrasjoner opp mot 650 mg/kg.

Det kan lett forekomme spredning fra yttervegg til jord/tette flater ved forvitring/oppussing av fasader. Dette vil igjen kunne kontaminere lokal jord, avløpssystem eller nedstrøms resipient.

7. Referanser

Andersson, M. og Volden, T., 2002a. PCB i yttervegger i bygg tilhørende St.Olavs hospital, Trondheim. NGU-rapport 2002.010, 18 s.

Andersson, M. og Volden, T., 2002b. PCB i yttervegger i bygninger i Tromsø. NGU-rapport 2002.103, 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., Volden, T., Jartun, M. og Ottesen, R.T., 2003. PCB i yttervegger i hus fra Oslo øst og uteområder rundt bygningene. NGU-rapport 2003.096, 14 s.

Andersson, M., Haugland, T., Ottesen, R.T., Volden, T. og Jartun, M., 2006. Kartlegging av jordforurensning i 18 barnehager i bydel Grünerløkka (utenfor Ring 2). NGU-rapport 2006.064, 55 s.

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

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

Jartun, M., Ottesen, R.T., Steinnes, E. og Volden, T., 2008a. Painted surfaces – important sources of polychlorinated biphenyls (PCBs) contamination to the urban and marine environment. Environmental Pollution, in press. Tilgjengelig på nett via www.sciencedirect.com.

Jartun, M., Ottesen, R.T., Steinnes, E. and Volden, T., 2008b. Runoff of particle bound pollutants from urban impervious surfaces studied by analysis of sediments from stormwater traps. Science of the Total Environment 396, 147-163.

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 97:33. TA 1497/1997, 48 s.

Kryvi, H., Soldal, O., Oen, A., Kibsgaard, A., Uriansrud, F., Lindholm, O., Godøy, O., Jartun, M., Ottesen, R.T., 2005. Bergen havn, tiltaksplan fase II. SFT 2005.

Lovdata, 2008. Avfallsforskriften, kapittel 11. (http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20040601-0930.html, 11.09.2008)

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.

Svenska miljödepartementet, 2007. Förordning (2007:19) om PCB m.m., Regeringskansliets rättsdatabaser.

Sverud, T. og Estensen, A.S.G., 2000. Identifisering, prøvetaking og analyse av fugemasse i bygninger for PCB. Veritasrapport 2000-3073, 25 s.