

BERGEN HAVN

## PRØVETAKING SANDFANG VÅGEN, 2012

NOTAT

ADRESSE COWI A/S  
Solheimsgaten 13  
5058 Bergen

TLF +45 2692  
WWW cowi.no

### INNHOOLD

1	Sammendrag	2
2	Feltarbeid	3
3	Resultater	4
3.1	Sammenstilling alle resultater	5
3.2	PCB	11
3.3	PCB-profiler sandfang 13-16	12
3.4	PCB-profiler sandfang 17 - 19	13
3.5	Kornstørrelse og PCB-konsentrasjoner	13
4	Konklusjon	14
5	Referanser	15
6	Vedlegg	15

PROJEKTNR. A  
DOKUMENTNR. 001  
VERSION 01  
UDGIVELSESDATO 14.02.2013  
UDARBEJDET Elisabeth Nesse  
KONTROLLERET Ane Moe Gjesdal



## 1 Sammendrag

På vegne av Bergen Havn prosjektet har COWI AS gjennomført en undersøkelse av miljøgifter i sandfangskummer rundt Vågen. Formålet var å avdekke mulige kilder til forurensning fra avrenning fra land til sedimentene i Vågen.

Prøver fra 18 sandfang ble samlet inn i november 2012 og sendt til akkreditert laboratorium for analyser. Alle prøvene ble analysert for metaller, PCB, PAH, TBT, organisk karbon, tørrstoff og kornfordeling.

Analyseresultatene er sammenlignet med tilstandsklasser for sedimenter gitt i ”Veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment”, TA 2229/2007. Sandfangsmaterialet fra en eller flere kummer var forurenset med sink, bly, kobber, PCB, PAH og TBT i tilstandsklasse 4 og i noen tilfeller klasse 5.

Metallene sink og bly hadde konsentrasjoner i tilstandsklasse 4, nikkel hadde enkelte konsentrasjoner i tilstandsklasse 3 og kobber var eneste metallet med konsentrasjoner i tilstandsklasse 5. Kvikksølv ble ikke påvist over tilstandsklasse 2.

For TBT hadde 6 prøver (33%) konsentrasjoner i tilstandsklasse 4 og 2 prøver (11%) i tilstandsklasse 5.

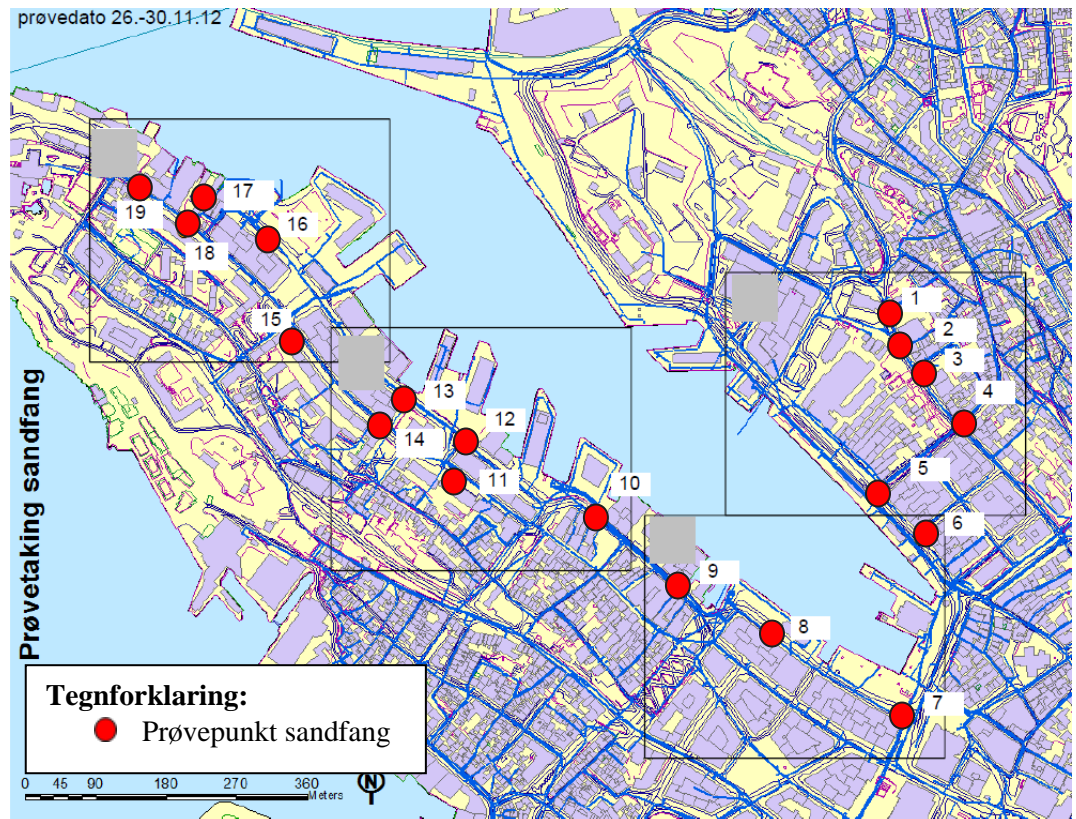
Totalkonsentrasjoner av PAH var i 12 av prøvene (67%) i tilstandsklasse 3. En prøve, SF 10, hadde totalkonsentrasjon i tilstandsklasse 4. For enkeltforbindelsene krysen og benzo(ghi)perylene hadde enkeltprøver konsentrasjoner i tilstandsklasse 5.

For PCB var 12 av prøvene (67%) i tilstandsklasse 3, mens 4 av prøvene var i tilstandsklasse 4. Disse prøvene, fra SF 13-16 ligger i samme område på sørsiden av Vågen ut mot Nordnes. Ut fra sammenstilling av PCB-profilene til de fire prøvene med høyest konsentrasjoner ser man at SF 13 og 15 og SF 14 og 16 antagelig kommer fra de samme kildene.

Resultatene viser at overvannsystemet samler opp og transporterer forurensning fra overflateavrenning på land. Sandfangene tømmes regelmessig. I hvilken grad forurensning fra overvannsystemet vaskes videre ut i havnebassenget er ikke kjent.

## 2 Feltarbeid

Sandfang som skulle prøvetas ble valgt ut i samarbeid med Bergen kommune. Lokaltetene til sandfangene som inngikk i undersøkelsen er avmerket nedenfor i figur 1. Fullstendige felldata, med bilder, er gjengitt i vedlegg 1.



Figur 1: Oversikt sandfang rundt Vågen som inngikk i undersøkelsen.

Sedimentprøvene ble samlet inn i løpet av november, i en periode med lite nedbør. Prøvene ble blandet og pakket i rilsanposer før forsendelse til akkreditert laboratorium. Sandfang 6 som ligger nord for Vågen, se figur 1 ovenfor, hadde svært lite sedimenter som ikke var mulig å få opp. Det er derfor ikke tatt prøve fra sandfang 6.

### 3 Resultater

Alle prøvene ble sendt til akkreditert laboratorium, Eurofins AS, for analyser. Prøvene ble analysert for TOC, metaller, PAH, PCB, TBT og kornstørrelse.

Som følge av at alle sandfangene ligger i tilknytning til trafikkert veg kan man forvente å finne oljeforurensning i sedimentene. Det ble i tillegg i noen av sandfangene hvor det stod vann observert oljefilm på overflaten. Av den grunn ble metoden NS-EN 12766-2 brukt for PAH og PCB-analyse. Denne analysemetoden gir en mer eksakt PCB-konsentrasjon uten at analysen påvirkes av oljeforbindelser som kan være tilstede i prøven.

Nedenfor i tabell 2 og 3 er analyseresultatene sammenstilt, og fargelagt etter tilstandsklasser gitt i TA 2229/2007 "Veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment", se tabell 1. Fullstendig analyserapport er gjengitt i vedlegg 2.

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5
Beskrivelse av tilstand	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig

Tabell 1: Tilstandsklasser for forurensete sedimenter og beskrivelse av tilstand.

### 3.1 Sammenstilling alle resultater

	Enhet	SF -1	SF -2	SF -3	SF -4	SF -5	SF -7	SF -8	SF -9	SF -10	SF -11	SF -12	SF -13	SF -14	SF -15	SF -16	SF -17	SF -18	SF -19
Total tørrstoff	%	50	16	30	68	23	26	79	67	52	57	44	25	50	33	31	63	48	63
tørrstoff	%	39,6	19,6	37,5	78,1	29	39,4	76,6	19,6	68,6	61,1	44,4	38,5	38,9	34,6	34,5	60,5	47,2	53,8
Kornstørrelse <63um	%	10,9	13,8	25,3	14,9	34,1	31,5	13	31,4	24,2	45,9	32,7	42,4	33,3	30,2	35,6	8,5	26,1	13,5
Kornstørrelse <2um	%	2,4	2,9	5,8	2,8	7,8	4,5	3,1	4,2	4,7	2,8	8	7,4	5,7	4,4	9,4	2,4	3,3	3,1
Arsen	mg/kgTS	1,4	4,1	2,4	0,98	3,9	2,7	0,67	2,7	4,3	3,3	6,1	8,6	2,5	4,5	16	3,4	1,7	2,3
Bly	mg/kgTS	59	130	52	38	120	240	6,5	55	97	20	75	110	170	64	170	160	33	150
Kadmium	mg/kgTS	0,18	0,26	0,32	0,051	0,24	0,36	0,034	0,37	0,28	0,086	0,25	0,48	0,52	0,23	0,54	0,13	0,074	0,55
Kobber	mg/kgTS	34	74	100	15	410	650	28	77	110	45	230	360	330	94	230	40	46	24
Krom	mg/kgTS	7	24	24	9,1	36	32	6,7	19	37	17	24	32	17	25	32	8,3	14	11
Kvikksølv	mg/kgTS	0,033	0,042	0,085	0,018	0,054	0,239	0,015	0,039	0,317	0,033	0,228	0,198	0,058	0,088	0,126	0,029	0,02	0,091
Nikkel	mg/kgTS	51	15	15	7	24	29	9,5	15	52	13	22	22	12	18	18	6,1	9,8	20
Sink	mg/kgTS	220	700	400	160	390	610	91	560	410	150	270	460	300	340	590	300	200	860
PCB 7	ug/kgTS	22,5	45,6	19,1	8,75	26,4	18,2	16,4	42,3	69,3	115	21,9	310	810	241	1100	35,5	25,3	50,5
Totalt organisk karbon	g/kgTS	61	130	79	5,3	100	98	12	65	34	46	100	82	52	120	94	19	36	43
TBT	ug/kgTS	31	6,8	<1	8,8	<1	<1	200	<1	32	4,1	38	120	51	<1	24	22	<1	<1

Tabell 2: Analyseresultater metaller, PCB, TBT, kornfordeling, tørrstoff og totalt organisk karbon (TOC).

	Enhet	SF -1	SF -2	SF -3	SF -4	SF -5	SF-7	SF- 8	SF- 9	SF- 10	SF- 11	SF- 12	SF- 13	SF -14	SF- 15	SF -16	SF- 17	SF- 18	SF- 19
Naftalen	ug/kgTS	39,8	55,7	28,7	29	60,5	65,4	18,1	31,8	184	26,7	36,6	148	416	24,6	70,7	31,9	19,8	48,6
Acenaftylen	ug/kgTS	11,9	16,9	8,48	6,16	14,6	24,2	4,5	6,91	11	3,66	11,4	14,1	11,1	6,95	9,14	15,1	6,61	6,5
Acenaften	ug/kgTS	6,3	13	6,41	7,91	21,2	11,7	11,6	6,13	70,9	3,71	10,9	14,5	12,4	5,91	7,8	26,3	3,33	5,6
Fluoren	ug/kgTS	10,4	44,6	17,1	10	23,7	23,3	12	10,6	102	5,72	22,6	50,8	17	12	24,9	24,8	6,3	8,56
Fenantren	ug/kgTS	219	306	209	187	297	427	109	138	1090	44,4	320	391	127	157	241	593	85,6	133
Antracen	ug/kgTS	50,9	74,6	26,7	40,9	46,9	68,6	18	27,3	246	11,3	64,7	115	15,9	25,5	26,8	28,1	29,5	23,2
Fluoranten	ug/kgTS	1080	824	415	389	650	1080	274	431	2200	153	961	1310	268	432	465	953	306	455
Pyren	ug/kgTS	809	939	544	314	693	1210	347	505	1760	191	1110	1190	265	544	610	605	353	329
Benso(a)antracen	ug/kgTS	337	190	119	145	208	368	92,4	164	692	102	374	271	102	136	117	199	100	179
Krysen	ug/kgTS	385	263	268	139	390	496	127	280	755	148	678	478	192	276	274	256	213	249
Benso(b)fluoranten	ug/kgTS	420	169	162	114	246	380	104	227	564	125	583	374	142	223	211	277	177	272
Benso(k)fluoranten	ug/kgTS	187	57,5	50,2	52	85,8	163	37,4	84,7	257	49,8	199	119	53,4	80,8	71,3	131	60,4	116
Benso(a)pyren	ug/kgTS	356	131	129	103	177	320	83,2	176	548	81,5	439	255	89,3	168	132	246	131	241
Indeno(1,2,3-cd)pyren	ug/kgTS	326	101	115	73,8	150	242	66,6	148	325	66,3	371	256	88,4	164	143	182	113	205
Dibenzo(a,h)antracen	ug/kgTS	50,1	22,6	22,6	15	31,4	57,3	13,2	41	89	19,1	77,9	57,5	19,8	34,9	37,8	28,8	21,9	35
Benzo(ghi)perylene	ug/kgTS	346	237	246	107	295	541	166	411	590	174	610	535	170	361	388	176	163	241
<b>PAH 16</b>	ug/kgTS	4640	3440	2370	1730	3390	5470	1480	2690	9480	1210	5870	5580	1990	2650	2830	3770	1790	2550

Tabell 3: Sammenstilling resultater for 16 PAH-forbindelser.

For metallene arsen, kadmium, krom og kvikksølv var alle prøvene i tilstandsklasse 1 og 2. For nikkel var to av prøvene i tilstandsklasse 3. Sink og bly hadde flere prøver i tilstandsklasse 4. Kobber hadde 5 prøver i tilstandsklasse 5 og de prøvene var fordelt på begge sidene av Vågen. Se figur 2 for oversikt metaller.

For total-PCB var de fleste prøvene i tilstandsklasse 3, med unntak av 2 som var innenfor tilstandsklasse 2 og 4 prøver som var i tilstandsklasse 4. De 4 prøvene med høyest PCB-konsentrasjon, SF 13 - SF 16, var fra samme område, sør for Vågen ut mot Nordnes, se figur 3.

6 prøver hadde TBT-konsentrasjoner innenfor tilstandsklasse 4 og to prøver i tilstandsklasse 5, se figur 4.

For totalkonsentrasjon av PAH ble det påvist konsentrasjon tilsvarende tilstandsklasse 4 i prøven fra SF-10. De fleste prøvene hadde konsentrasjoner i tilstandsklasse 3. For enkeltforbindelsene krysen og benzo(ghi)perylen, var det enkelte konsentrasjoner i tilstandsklasse 5.

Ut fra hva som ble observert i felt kan man anta at det var svært lite materiale som var større enn sand, 63 µm - 2mm.

Kornstørrelse	Innhold	Benevnelse
Sand (63 µm - 2mm)	Over 60 %	Sand
	20 – 60 %	sandig
Silt (2 – 63 µm)	Over 45 %	Silt
	15 – 45 %	siltig
Leire (> 2 µm)	Over 15 %	Leire
	5 – 15 %	leirig
Dersom ingen fraksjoner kvalifiserer til å benevnes i substantivform, brukes ordet «materiale»		

Tabell 4: Benevnelser av prøvemateriale ut fra kornfordeling (Rueslåttan et Brattli).

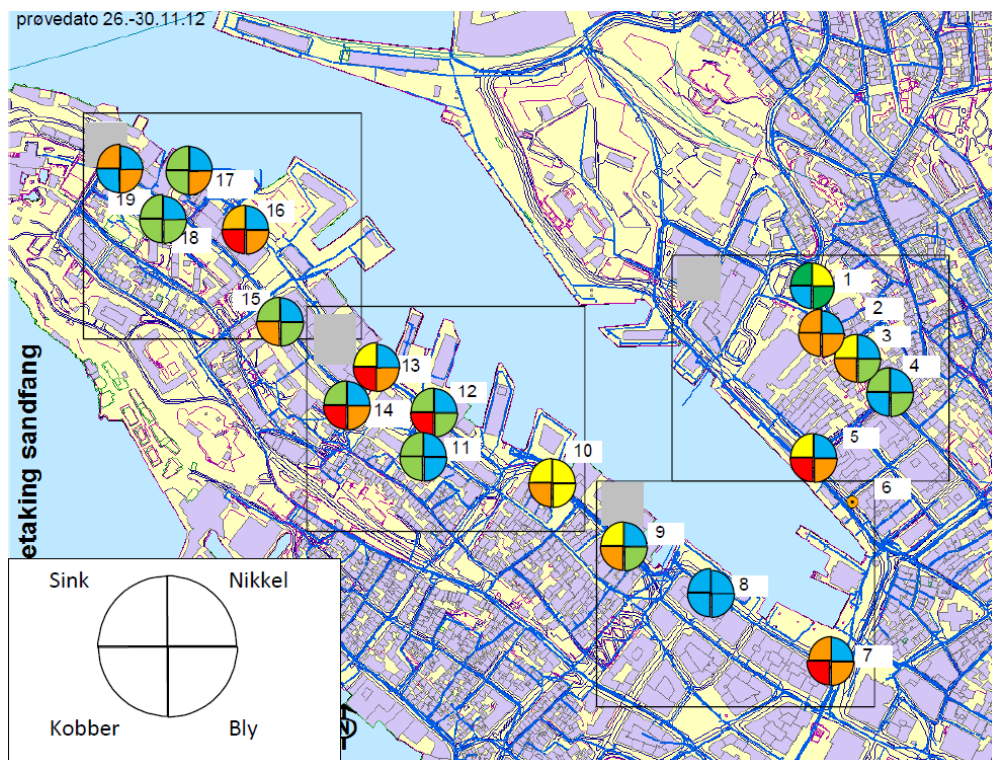
Dersom man ut fra kornstørrelsesanalysene gitt i tabell 2 går ut fra at hovedandelen av materialet var sand, kan man ved hjelp av tabell 4 ovenfor beskrive prøvematerialet som vist i tabell 5.

Alle prøvene, med unntak av SF 11 og SF 13, bestod av over 60 % sand. 12 av prøvene hadde også en del silt, mellom 15-45 % silt, og 6 av prøvene hadde mellom 5 og 15 % leire.

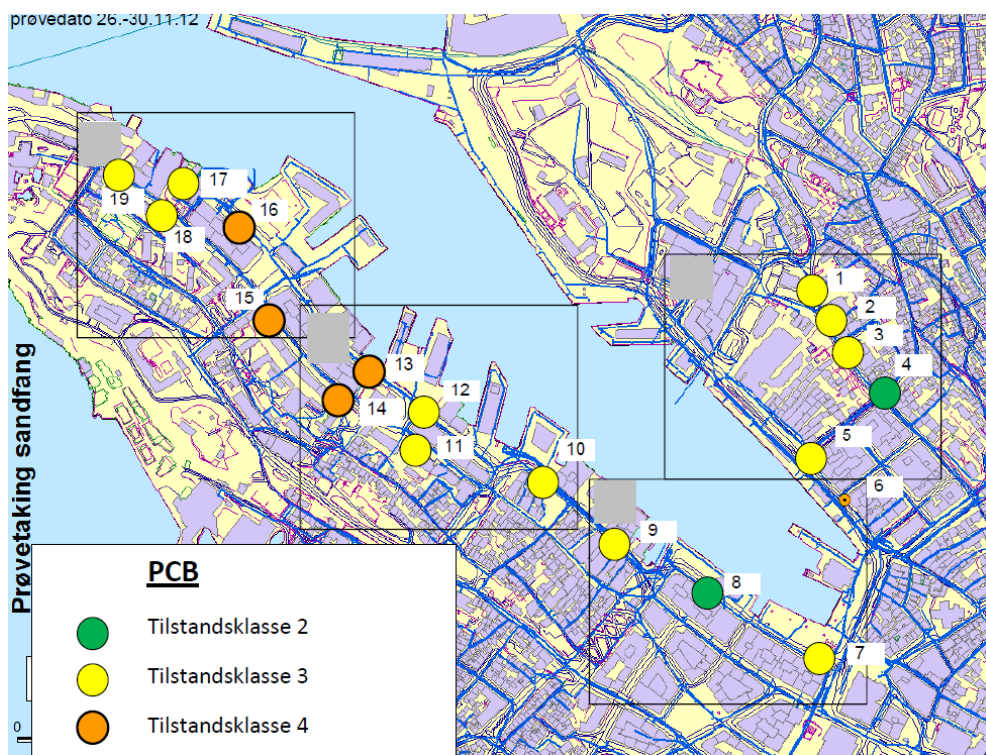
<b>Sandfang</b>	<b>Benevnelse</b>
SF-1	Sand
SF-2	Sand
SF-3	Leirig, siltig sand
SF-4	Sand
SF-5	Leirig, siltig sand
SF-7	Siltig sand
SF-8	Sand
SF-9	Siltig sand
SF-10	Siltig sand
SF-11	Siltig, sandig materiale
SF-12	Leirig, siltig sand
SF-13	Leirig, siltig materiale
SF-14	Leirig, siltig sand
SF-15	Siltig sand
SF-16	Leirig, siltig sand
SF-17	Sand
SF-18	Siltig sand
SF-19	Sand

Tabell 5: Beskrivelse av prøvematerialet i fra sandfang 1-19.

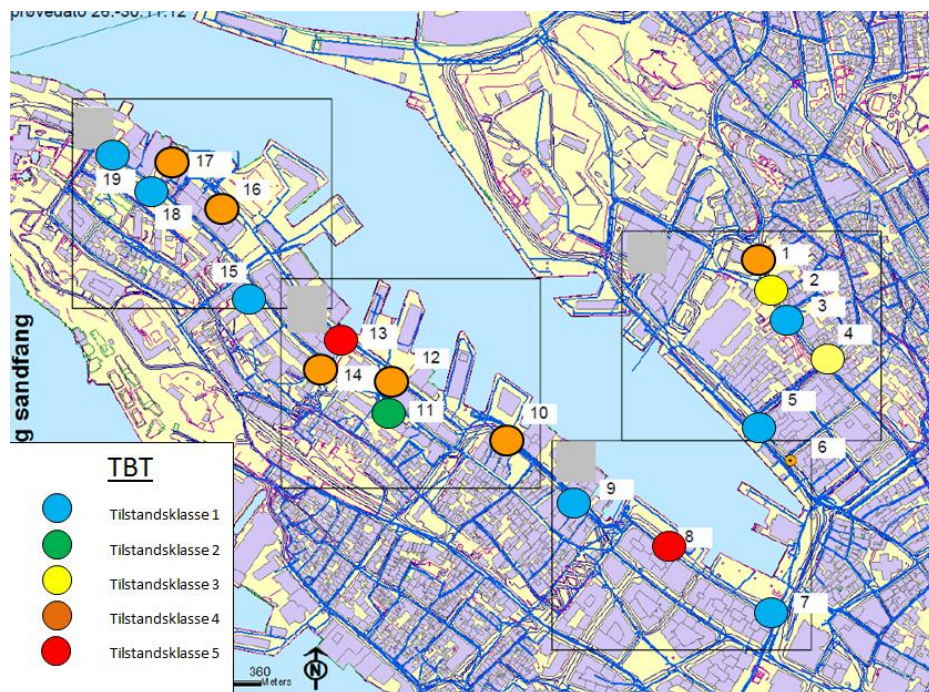




Figur 2: Oversikt konsentrasjoner, sink, nikkel, kobber og bly, fargelagt etter tilstandsklasser gitt i TA 2229/2007.



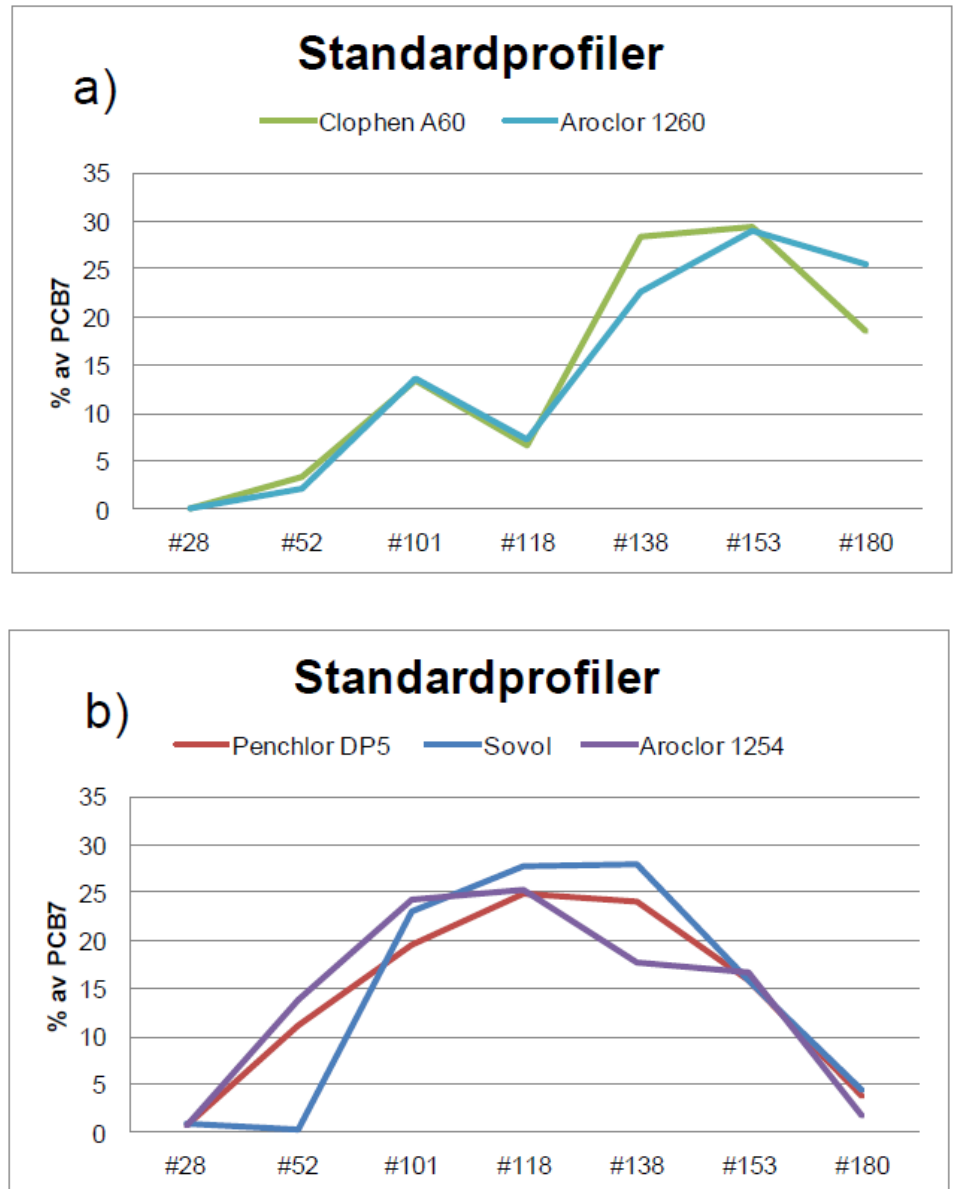
Figur 3: Oversikt PCB7-konsentrasjoner fargelagt etter tilstandsklasser gitt i TA 2229/2007.



Figur 4: Oversikt TBT-konsentrasjoner fargelagt etter tilstandsklasser gitt i TA 2229/2007.

### 3.2 PCB

#### 3.2.1 PCB profiler



Figur 5: Oversikt standardprofiler til noen av de mest kjente PCB produktene (Eggen et Ottesen).

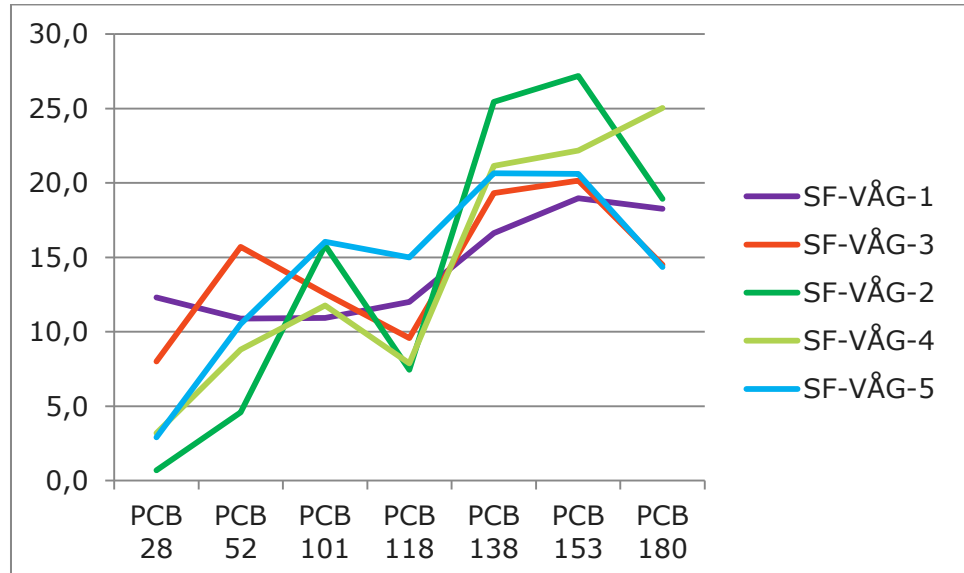
For å kunne finne kildene til PCB-forbindelsene sammenlignes PCB-sammensetningen i prøvene tatt fra sandfang med hverandre, og med PCB-profilene til kjente PCB-produkter, se figur 5.

Aroclor produktene er produsert i USA, Penchlor i Frankrike, Clophen i Vest-Tyskland og Sovol i Sovjetunionen.

PCB i naturmiljøet kan være påvirket av flere tilførselskilder, og resultatet gjen-speiles i såkalte kombinerte profiler. Disse profilene er en kombinasjon av flere

PCB-blandinger, men det vil være mulig å anslå hvilke blandinger som dominerer (Eggen et Ottesen 2012).

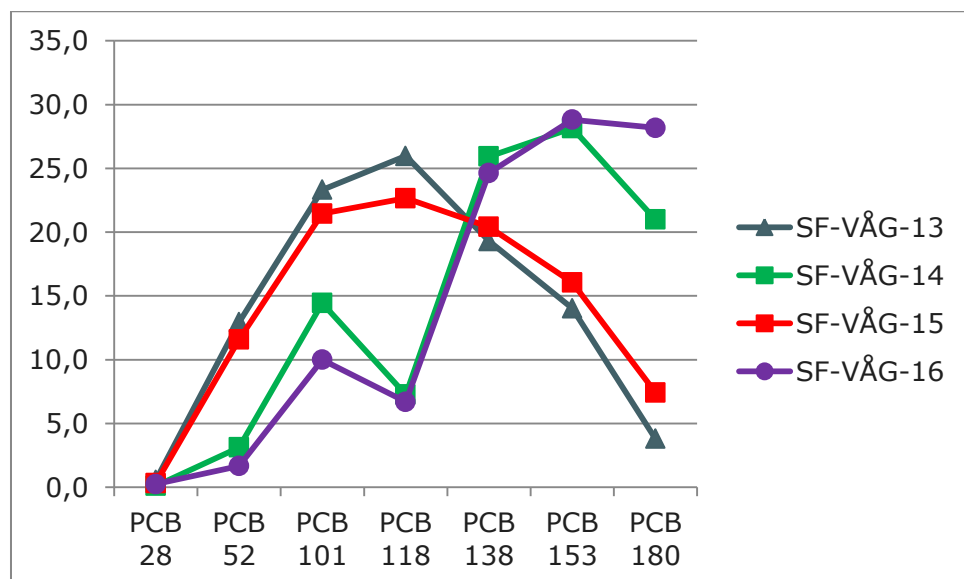
### 3.2.2 PCB-Profilen sandfang 1 – 3



Figur 6: Sammenstilling PCB-konogener, sandfang 1-5. % på y-aksen

PCB-profilen til prøve 1 er den som avviker mest fra de kjente PCB-profilene. For alle de andre prøvene har grafen en knekk på midten, ved PCB 118, slik som Aroclor 1260 og Chlorphen A60 har. Grafene ligner ikke helt og det er derfor antagelig flere PCB-produkter som er kildene her.

### 3.3 PCB-profiler sandfang 13-16

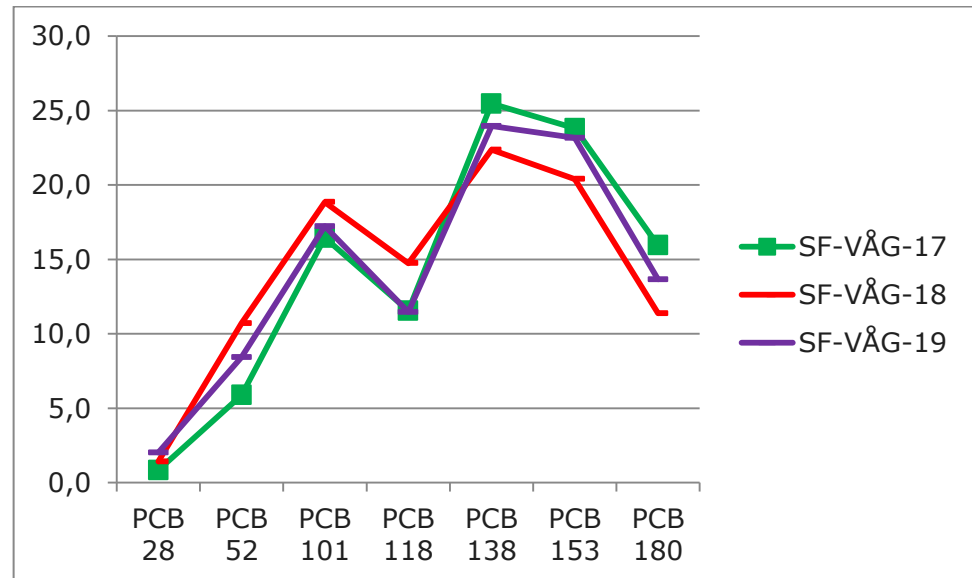


Figur 7: Sammenstilling PCB-konogener sandfang 13 – 16. % på y-aksen

Dersom man sammenligner profilene til PCB-konergene til sandfang 13-16 så ser man at PCB sammensetningen i kum 13 og 15 er ganske like og det samme gjelder kum 14 og 16.

Grafen til kum 13 er tilnærmet identisk med Aroclor 1254, mens kum 15 er en kombinasjon av Aroclor 1254 og Penchlor DP5. Kum 14 og 16 ser begge ut til å være en kombinasjon av Clophen A60 og Aroclor 1260.

### 3.4 PCB-profiler sandfang 17 - 19

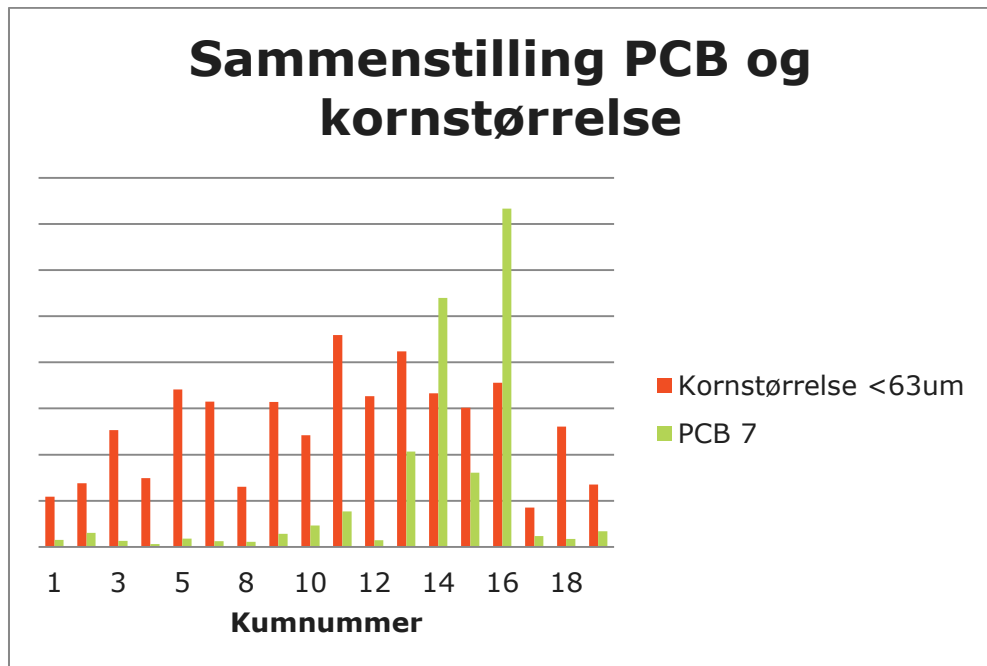


Figur 8: Sammenstilling PCB-kongener, sandfang 17 – 19.% på y-aksen

Sammensetningen av PCB-kongener i sandfang 17-19, lengst ut på Nordnes, samsvarer godt med hverandre og ser ut for å stamme fra samme kilde. Dersom man sammenligner grafene med grafene til de kjente PCB-produktene så kan det se ut for at det er produktene Clophen A60 og Penchlor DB5 som dominerer.

### 3.5 Kornstørrelse og PCB-konsentrasjoner

Nedenfor i figur 9 er totale PCB-konsentrasjoner og andel finstoff, silt og leire, sammenstilt i tabellform. PCB-forbindelser er vanligvis funnet partikulært bundet, og dersom man har finpartikulært materiale vil man ha større overflate tilgjengelig som PCB-forbindelsene kan feste seg til. Man kan se ut fra figuren at det her er ingen klar sammenheng mellom innhold av finstoff og PCB-konsentrasjoner i sandfangsmaterialet. Mengden PCB i kummene er sannsynligvis her mer avhengig av nærhet til PCB-kilder enn av tilstedeværelse av finpartikulært materiale.



Figur 9: Sammenligning av finstoff og PCB-konsentrasjon.

## 4 Konklusjon

Arsen, krom, kadmium og kvikksølv ble funnet i tilstandsklasse 1 og 2. Nikkel hadde enkelte konsentrasjoner i tilstandsklasse 3. Sink og bly hadde konsentrasjoner i tilstandsklasse 4 og kobber var eneste metallet med konsentrasjoner i tilstandsklasse 5.

For TBT hadde 6 konsentrasjoner innenfor tilstandsklasse 4 og 2 prøver i tilstandsklasse 5, disse var spredt jevnt over hele området.

Totalkonsentrasjoner av PAH var i 12 av prøvene i tilstandsklasse 3. En prøve, SF 10, hadde totalkonsentrasjon i tilstandsklasse 4. For enkeltforbindelsene krysen og benzo(ghi)perylene hadde enkeltprøver konsentrasjoner i tilstandsklasse 5.

For PCB var 12 av prøvene i tilstandsklasse 3, mens 4 av prøvene var i tilstandsklasse 4. Disse prøvene, fra SF 13-16 ligger i samme område på sørsiden av Vågen ut mot Nordnes. Ut fra sammenstilling av PCB-profilene til de fire prøvene med høyest konsentrasjoner ser man at SF 13 og 15 og SF 14 og 16 antagelig kommer fra samme kilder.

Resultatene viser at overvannsystemet samler opp og transporterer forurensning fra overflateavrenning på land. Sandfangene tømmes regelmessig. I hvilken grad forurensning fra overvannsystemet vaskes videre ut i havnebassenget er ikke kjent.

## 5 Referanser

«PCB i overflatejord ved bakgrunnslokaliteter på Svalbard». Ola A. Eggen og Rolf Tore Ottesen. NGU 2012.

TA 2229/2007 ”Veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment”, Klif 2007.

«Jordartenes sammensetning og egenskaper». Håkon Rueslåtten og Bjørge Brattli. Institutt for geologi og bergteknikk, NTNU.

## 6 Vedlegg

Vedlegg 1: Felldata og bilder

Vedlegg 2: Fullstendig analyserapport Eurofins.

