

NOTAT

10. mai 2007

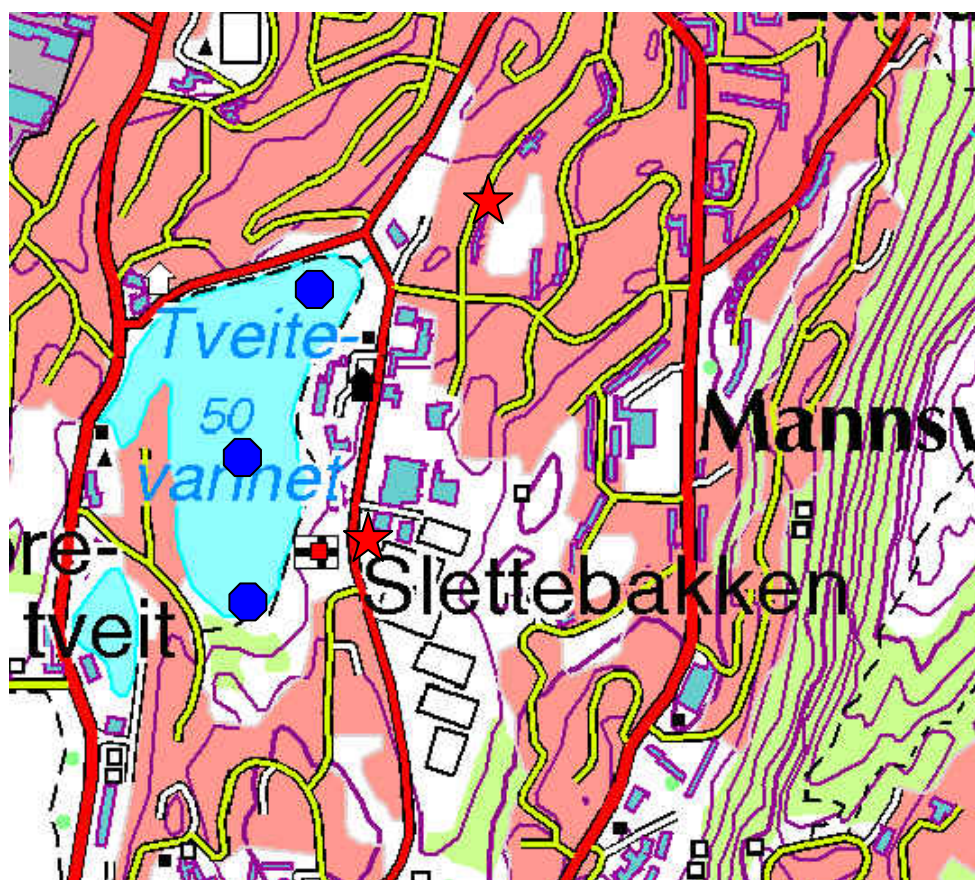
Til: Bergen kommune, Grønn etat v/ Fritz Hafner

Fra: NIVA Vestlandsavdelingen v/Anders Hobæk

Kopi:

Sak: PCB i Tveitevatt: Kildesøk og nye målinger i sediment

Det har lenge vært kjent at Tveitevattet i Bergen har høye konsentrasjoner av polyklorerte bifenyler (PCB) i sedimentene (Rognerud m. fl. 1997, Hobæk 1998). Kilden til denne forurensningen har imidlertid vært usikker. Mistanken har primært vært rettet mot et nedlagt avfallsdeponi på Slettebakken. Dette drenerer i dag til en overvannsledning som munner ut i Tveitevattet på østbredden. Imidlertid er det også kjent at betydelige mengder olje har rent ut i Tveitevatt med bekken som munner ut i innsjøens nord-ende. Denne bekken går i dag også som en overvannskanal gjennom tettbygde områder på Mannsvik og Slettebakken, og drenerer dessuten fjellsiden mot Landåsfjellet.



Figur 1. Tveitevattet med nærområde. Plassering av passive prøvetakere i overvannsledninger er vist med røde stjerner, mens posisjoner for prøvetaking av sediment i Tveitevattet er vist med blå sirkler.

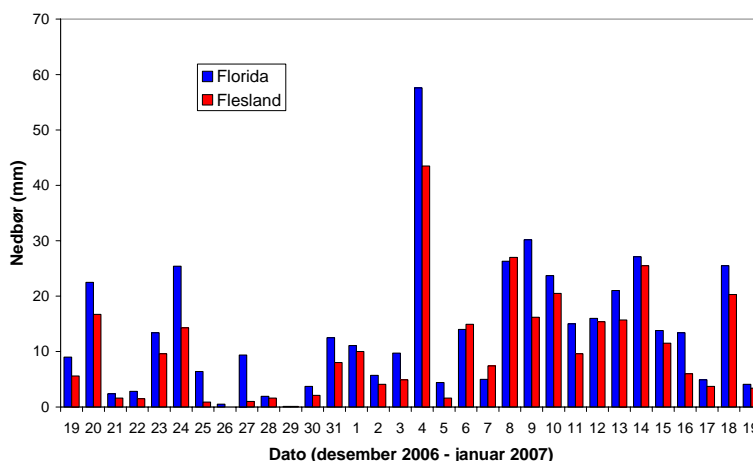
Antakelsen om at deponiet er hovedkilde for PCB-forurensning er styrket ved målinger gjort i selve deponiet. For å sikre at tiltak settes inn på riktig sted, er det likevel viktig å kartlegge om også andre kilder kan ha betydning. Målsettingen med denne undersøkelsen var derfor primært å avklare om det er flere forurensningskilder. I tillegg ble det gjort nye målinger av PCB i sediment fra flere dyp i Tveitevatnet, for å klarlegge om situasjonen har endret seg siden forrige prøvetaking 1995/96.

Prøvetaking

Vi plasserte passive prøvetakere i begge overvannsledningene som er omtalt over (Fig. 1). Disse ble plassert i kummer der vannspeilet sto høyt nok til å dekke prøvetakerne. Prøvetakerne var av typen "Semi Permeable Membrane Device" (SPMD), og består av en membran oppspent inne i et bur av rustfritt stål. Membranene inneholder en olje som også er tilsatt kjente konsentrasjoner av "Performance Reference Compounds" (PRC). Ved eksponering vil miljøgifter fra vannfasen tas opp i membranet og i oljen, mens PRC vil avta proporsjonalt med vannmengden som strømmer langs membranet. Dette gjør det mulig å beregne hvor mye vann som er prøvetatt, og dermed en middel konsentrasjon av miljøgifter i vannfasen. Siden opptak over membranene er raskere i luft enn i vann, ble det eksponert ekstra membraner for luft ved utsetting og opptak av SPMDene. Disse ble benyttet til å korrigere for luftforurensning av prøvetakerne.

SPMDer ble første gang eksponert 8.09.06 – 13.10.06. Imidlertid ble membranene rotet bort av analyselaboratoriet, og en ny eksponering måtte gjøres 19.12.06 – 19.01.07. Selve analysene ble utført av AnalyCen AS (ved underleverandør Exposmeter AB), og omfattet 10 PCB-forbindelser samt en rekke andre klorerte forbindelser, dessuten 16 PAH-forbindelser.

Eksponeringsperioden for passive prøvetakere var preget av mildvær. Middeltemperaturen var ikke under frysepunktet noen døgn i perioden (data fra met.no, ikke vist her). Med mildværet fulgte mye nedbør (Fig. 2). Nedbørforholdene ved Tveitevatn er omtrent som på Florida, men bekken som munnar i nord-enden drenerer også fjellsiden der det faller mer nedbør. Nedbørmengdene var omtrent det doble av det normale for perioden ved Florida, og vannføringen var dermed stor i eksponeringsperioden.

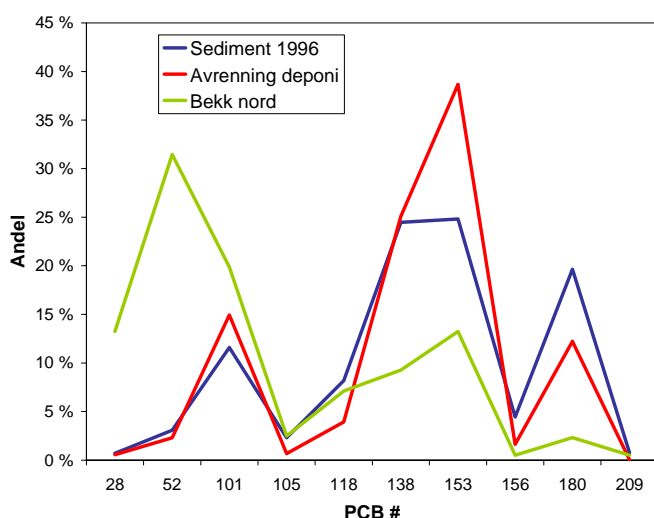


Figur 2. Døgn-nedbør på to målestasjoner i Bergen i eksponeringsperioden for passive prøvetakere. Data fra met.no.

Prøvetaking av sedimenter ble utført 22.11.06. Vi benyttet en Limnos sedimentcorer med et plexiglassrør satt sammen av ringer, som gjorde det enkelt å ta ut horisontale snitt av sedimentkjernene. Sediment ble tatt opp fra 22 m ved vannets dypeste punkt midt i bassenget, samt fra 8 m dyp i nordenden og fra 1,5 m dyp i sør-enden (ved badestranden). De øvre 4 cm av sedimentkjernene ble analysert for 7 PCB-forbindelser ("seven dutch") ved NIVAs analyselaboratorium. I tillegg ble det analysert for innhold av olje og aromatiske forbindelser (BTEX). Flere snitt fra den dypeste stasjonen oppbevares inntil videre av NIVA

Resultater fra passive prøvetakere

Selv om PCB ble påvist i begge overvannsledningene, var det klart høyest konsentrasjon i bekken fra deponiet. Her ble det målt en middelkonsentrasjon på 1474 pg/L (sum av 10 PCBer, se Tabell 1). Sammensetningen av de ulike PCB-forbindelsene i avrenningen fra deponiet viste også klart større likhet med tidligere profiler fra sedimentene (Figur 3) enn tilfellet var for overvannsledningen i nord. Både mengde og sammensetning av PCB indikerer dermed at deponiet er den vesentlige kilden til PCB-forurensning i Tveitevatn.



Figur 3. Relativ sammensetning av 10 PCB-stoffer fra overvannsledninger i 2006, sammenlignet med målinger fra sediment i 1996.

Tabell 1. Middelkonsentrasjoner for perioden 19.12.06-19.01.07 av 10 PCB-forbindelser i to overvannsledninger til Tveitevatnet (pg/L).

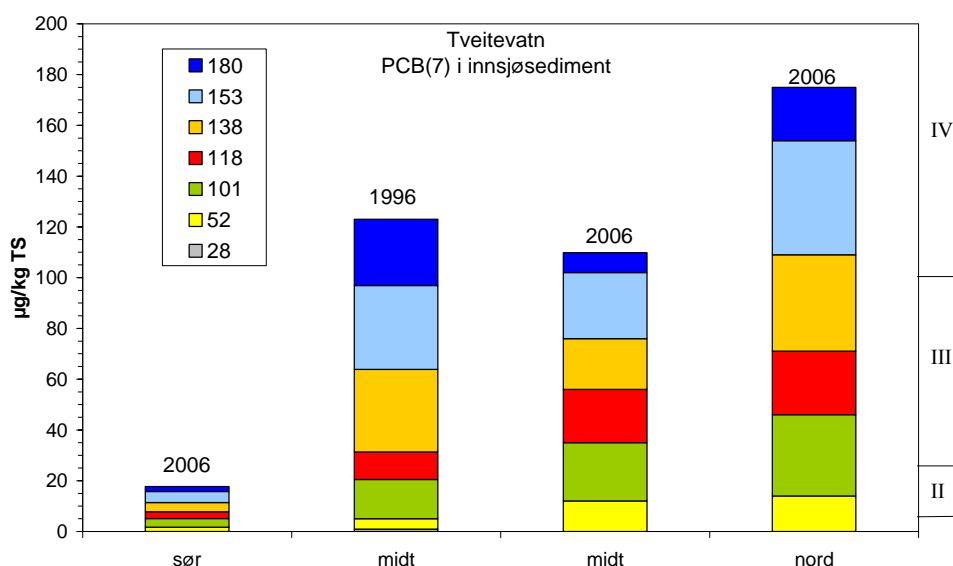
PCB #	Bekk deponi	Bekk nord
28	8	8
52	34	19
101	220	12
105	9.7	1.5
118	58	4.3
138	370	5.6
153	570	8
156	24	<0.47
180	180	1.4
209	<1.5	<0.73
Sum	1474	60

For PAH-forbindelser fant vi derimot høyest konsentrasjon i bekken fra nord: Summen av 16 PAH-forbindelser lå her på 25 ng/L, mens i avrenningen fra deponiet lå den på 8.2 ng/L. Det var fenantren, fluoren, naftalen og pyren som skilte seg ut med høyere verdier i bekken i nord. PAH-nivået i bekken fra nord er noe høyere enn påvist i Haukåselva i Bergen (Hobæk & Harman 2006). Fullstendige resultater fremgår av Vedleggstabell 2.

I tillegg ble det analysert for en rekke klorerte forbindelser utenom PCB, inklusive flere plantevernmidler. Disse resultatene er gitt i Vedleggstabell 1. Det var markert høyest konsentrasjon av heksaklorbenzen (HCB) i avrenningen fra deponiet, og dette gjaldt i enda sterkere grad for insekticidet DDT og nedbrytningprodukter av denne (sum DDT 66 pg/L, sammenlignet med 2.4 pg/L i bekken i nord). For klordan og lindan (γ -heksaklorhexan, HCH) var også konsentrasjonene høyest i bekken fra deponiet.

Resultater av sedimentanalyser

Analysene av innsjøsedimenter omfattet bare 7 PCB-komponenter, og sammenligninger med tidligere resultater og med passive prøvetakere er basert på disse. Fig. 4 viser resultater for PCB.

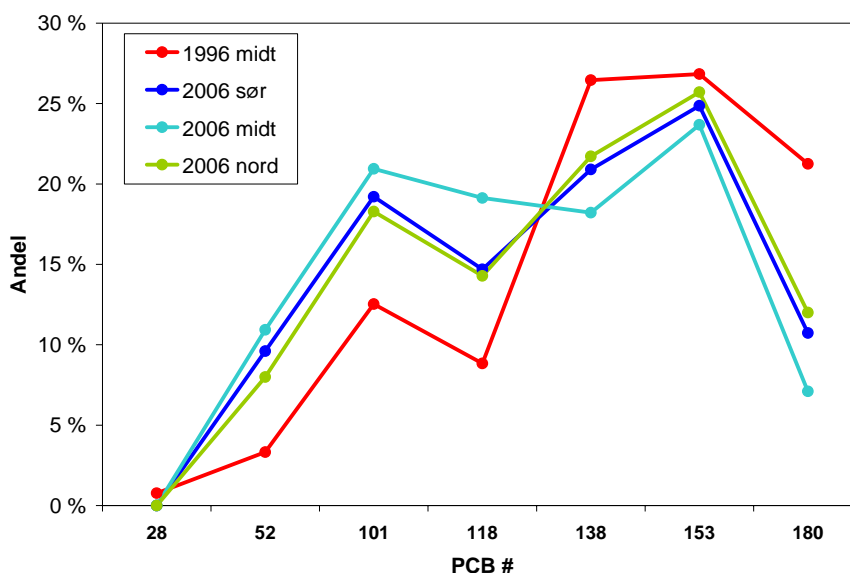


Figur 4. Konsentrasjon av PCB₇-komponenter i innsjøsediment fra Tveitevatn i 2006. Prøvene er tatt på tre stasjoner (se Fig. 1). Stasjonen i sør var 1,5 m dyp, i midten 22 m, og i nord 8 m. De øvre 4 cm av sedimentkjernene ble analysert i 2006. For sammenligning er resultater fra 1996 også vist. Romertall langs høyre ramme angir SFT-klassifisering for sedimenter i kystfarvann og fjorder.

Målingene viste klart at Tveitevatn fortsatt mottar PCB-tilførsler, og at forurensningsnivået ikke er bedret siden 1996. Mengden PCB i sediment fra innsjøens dypeste område var ganske likt i 1996 og 2006. Det var noe overraskende at PCB-mengden på den nordligste stasjonen faktisk lå høyere enn sentralt i bassenget. Dette indikerer betydelig spredning i bassenget. Også på bare 1,5 m dyp ved badestranden i sør ble det målt betydelige mengder PCB.

PCB-profilene (relative mengdeforhold av de 7 PCBene) viste økt andel av PCB52, PCB101 og PCB118 i forhold til 1996, mens PCB138 og særlig PCB180 viste lavere andel enn i 1996. (Fig. 5). Det var også forskjeller mellom de tre stasjonene i 2006, mens de to grunneste stasjonene viste nesten identiske profiler, avvek den midtre (og dypeste)

stasjonen med noe høyere andel PCB118 og noe lavere andel PCB138. Årsaken til disse forskjellene er uklar. Fullstendige resultater er gitt i Vedleggstabell 1.



Figur 5. Relativ sammensetning av PCB (7 komponenter) i sediment fra Tveitevatn i 2006 (tre stasjoner) og 1996 (en stasjon).

De tre sedimentprøvene fra 2006 ble også analysert for innhold av olje og aromatiske forbindelser (BTEX). Av de sistnevnte ble bare toluen påvist på den dypeste stasjonen, og i lav mengde, mens tributylbenzen, benzen, etylbenzen og xylene ikke ble påvist (Tabell 2). Derimot lå innholdet av olje høyt, spesielt på den nordre og midtre stasjonen.

Tabell 2. Glødetap, olje og BTEX-komponenter i sedimentprøver fra Tveitevatn 22.11.2006. Andre BTEX-komponenter lå alle under deteksjonsgrensen på 0.03 mg/kg. Fullstendige resultater i Vedleggstabell 1

Stasjon	Prøvedyp m	Glødetap g/kg	Olje µg/g TV	Toluen mg/kg
Sør	1.5	213	630	<0.03
Midt	22	308	7900	0.098
Nord	8	217	8800	<0.03

Henvisninger

- Hobæk, A. 1998. Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune: Miljøgifter i innsjøsedimenter og i avrenning fra avfallsdeponier. NIVA-rapport Lnr. 3793-98. 27 s.
- Hobæk, A. & C. Harman. 2006. Miljøgifter i Haukåsvassdraget 2005-2006. NIVA-rapport Lnr. 5302-2006. 20 s.
- Rognerud, S., E. fjeld & J.E. Løvik. 1997. Regional undersøkelse av miljøgifter i innsjøsedimenter. Delrapport 1. Organiske mikroforurensninger. Statøig program for forurensningsovervåking, Rapport 712/97. NIVA Lnr. 3699-97. 37 s. + vedlegg.

Vedleggstabell 1. Analyseresultater for sedimentprøver tatt i Tveitevatnet 22.11.2006. Analysene er utført ved NIVAs laboratorium.

	Enhet	Sør	Midt	Nord
Prøvedyp	m	22	8,2	20
Tørrestoff (TS)	%	24	8.2	20
Glødetap	g/kg TS	213	308	217
Olje	µg/g TS	630	7900	8800
1,2,4 trimetylbenzen	mg/kg	<0.03	<0.03	<0.03
1,2,5 trimetylbenzen	mg/kg	<0.03	<0.03	<0.03
Benzen	mg/kg	<0.03	<0.03	<0.03
Etylbenzen	mg/kg	<0.03	<0.03	<0.03
Toluen	mg/kg	<0.03	0.098	<0.03
m+p-xylen	mg/kg	<0.03	<0.03	<0.03
o-xylen	mg/kg	<0.03	<0.03	<0.03
PCB28	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0
PCB52	µg/kg TS	1.7	12	14
PCB101	µg/kg TS	3.4	23	32
PCB118	µg/kg TS	2.6	21	25
PCB153	µg/kg TS	3.7	20	38
PCB138	µg/kg TS	4.4	26	45
PCB180	µg/kg TS	1.9	7.8	21
Sum PCB(7)	µg/kg TS	17.7	109.8	175

Vedleggstabell 2: Analyser av passive prøvetakere (SPMD) eksponert 19.12.2006 – 19.01.2007 i to overvannsledninger som renne ut i Tveitevatn. Analysene er utført av AnalyCen AS.

<følger på de neste sidene>

Analysereport

Moss

NIVA - Norsk Institutt for Vannforskning
Anders Hobæk
Nordnesboder 5
5005 Bergen

Kundenummer	8183161-1035465	Prøvemottak	08.02.2007	Side 1 (2)
Prøvetype	Miljøprøve	Analysereport klar	16.03.2007	
Oppdragsmarking	Passive prøvetakere 19/1-07			

Lab.nr. NOV003017-07 NOV003018-07
Sted for prøvetaking
Tatt ut 19.01.2007 19.01.2007
Merket A Deponi 19/1-07 B Bekk Natland
19/1-07

Parameter	Enhet	Måleu.	Ref/Metode basert på	Lab
Acenaftalen	ng/L	<0.21	1.1	○
Acenaften	ng/L	0.88	2.2	○
Antracen	ng/L	0.35	0.75	○
Benzo(a)antracen	ng/L	0.12	0.19	○
Benzo(a)pyren	ng/L	0.067	0.078	○
Benzo(b)fluoranten	ng/L	0.12	0.14	○
Benzo(g,h,i)perylene	ng/L	0.024	0.049	○
Benzo(k)fluoranten	ng/L	0.040	0.027	○
Crysen	ng/L	0.24	0.28	○
Dibenzo(a,h)antracen	ng/L	<0.023	<0.023	○
Fenantren	ng/L	1.4	5.5	○
Fluoranten	ng/L	0.74	1.3	○
Fluoren	ng/L	0.70	6.6	○
Indeno(1,2,3,cd)pyren	ng/L	0.034	0.026	○
Naftalen	ng/L	2.6	4.1	○
Pyren	ng/L	0.89	3.1	○
Sum PAH16	ng/L	8.2	25	○
PCB101	pg/L	220	12	○
PCB105	pg/L	9.7	1.5	○
PCB118	pg/L	58	4.3	○
PCB138	pg/L	370	5.6	○
PCB153+168	pg/L	570	8.0	○
PCB156	pg/L	24	<0.47	○
PCB180	pg/L	180	1.4	○
PCB209	pg/L	<1.5	<0.73	○
PCB28+31	pg/L	8.0	8.0	○
PCB52	pg/L	34	19	○
Sum PCB	pg/L	1474	60	○
HCB	pg/L	84	49	○
Heptaklor	pg/L	<9.8	<5.3	○
Nonaklor	pg/L	<6.1	<1.8	○
Sum DDT	pg/L	66	2.4	○
Sum HCH	pg/L	480	360	○
Sum OCP	pg/L	640	415	○
Sum sykliske dien pestisider	pg/L	10	3.5	○
alfa HCH	pg/L	<80	<71	○

Analyserapport

Moss

NIVA - Norsk Institutt for Vannforskning
Anders Hobæk
Nordnesboder 5
5005 Bergen

Kundenummer	8183161-1035465	Prøvemottak	08.02.2007	Side 2 (2)
Prøvetype	Miljøprøve	Analysereport klar	16.03.2007	
Oppdragsmarking	Passive prøvetakere 19/1-07			

Lab.nr. NOV003017-07 NOV003018-07
Sted for prøvetaking
Tatt ut 19.01.2007 19.01.2007
Merket A Deponi 19/1-07 B Bekk Natland
19/1-07

Parameter	Enhet	Måleu.	Ref/Metode basert på	Lab
beta HCH	pg/L	<95	<84	O
cis Klordan	pg/L	4.9	1.9	O
delta HCH	pg/L	<47	<43	O
gamma HCH	pg/L	480	360	O
o,p DDD	pg/L	17	<3.0	O
o,p DDE	pg/L	<5.6	<1.4	O
o,p DDT	pg/L	<8.9	<2.2	O
p,p DDD	pg/L	24	<3.4	O
p,p DDE	pg/L	12	2.4	O
p,p DDT	pg/L	13	<2.9	O
trans Klordan	pg/L	5.1	1.6	O
Fenantren	ng/L	1.4	5.5	O
Naftalen	ng/L	2.6	4.1	O

Kommentar:

NOV003017-07 NPD: Dibensotiofen ble ikke analysert for disse prøvene.
Feltblind er trukket fra resultatene.

NOV003018-07 NPD: Dibensotiofen ble ikke analysert for disse prøvene.
Feltblind er trukket fra resultatene.

Rikke Wallum
Kjemiingeniør