

RAPPORT LNR 4004-99

En orienterende
kartlegging av miljøgifter
i vassdrag ved
anleggsområdet Ovnene,
Haukåsvassdraget i
Bergen



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet:

www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel En orienterende kartlegging av miljøgifter i vassdrag ved anleggsområdet Ovn, Haukåsvassdraget i Bergen	Løpenr. (for bestilling) 4004-99	Dato 1998.11.04
	Prosjektnr. Undernr. O-92220	Sider Pris 21 kr 75,-
Forfatter(e) Hobæk, Anders	Fagområde Miljøgifter ferskvann	Distribusjon
	Geografisk område Hordaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Bergen Stein- og Jordlevering A/S	Oppdragsreferanse Bjørn Dyrkolbotn
---	---------------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Rapporten redegjør for en enkel undersøkelse av miljøtilstand i en del av Haukåsvassdraget i Bergen. Dette er resipient for avrenning fra forskjellig anleggsvirksomhet og fra prøvedrift for et behandlingsanlegg for bygningsmaterialer, i tillegg til avrenning fra en sterkt trafikkert vei.</p> <p>Resipienten var klart preget av store tilførsler av uorganiske partikler, målt både i avrenning og som redusert organisk innhold i innsjøsediment. Det ble påvist moderat forurensning av tungmetaller i sedimentet, og tilførsler av PAH. Lokale kilder til forurensning blir diskutert.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Vassdragsresipient Miljøgifter Tungmetaller PAH 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Freshwater recipient Environmental toxins Heavy metals PAH
---	--



Anders Hobæk

Prosjektleder

ISBN 82-577-3602-3



Dag Berge

Forskningsjef

**En orienterende kartlegging av miljøgifter
i vassdrag ved anleggsområdet Ovnene,
Haukåsvassdraget i Bergen**

Forord

I forbindelse med konsesjon for et anlegg for mottak og behandling av bygningsmaterialer har NIVA Vestlandsavdelingen utført en enkel, orienterende undersøkelse av miljøtilstand i resipienten og i bekkene som drenerer anleggsområdet. Foruten undertegnede har flere av NIVAs medarbeidere bidratt på ulike måter: Einar Nygaard og Åse Åtland deltok i felt, mens Sigurd Rognerud, Kristoffer Næs og Jens Skei har bidratt med kunnskap om miljøgifter. Takk til alle!

Bergen, 4. november 1998

Anders Hobæk

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning.....	7
1.1 Bakgrunn for undersøkelsen	7
1.2 Miljøgifter i vann og sedimenter	7
1.3 Klassifisering av tilstand med hensyn på miljøgifter.....	8
2. Områdebeskrivelse	9
3. Materiale og metoder.....	11
4. Resultater og diskusjon	12
4.1 Vannkvalitet i bekkene.	12
4.2 Miljøgifter i sediment	13
4.2.1 Uorganiske miljøgifter (metaller)	13
4.2.2 Organiske miljøgifter.....	14
5. Konklusjoner.....	18
6. Henvisninger	19
Vedlegg A. Analysedata (organiske miljøgifter)	20

Sammendrag

Et anlegg for mottak, lagring, knusing og sortering av bygningsmaterialer har vært under utprøving i Ovn, Åsane i Bergen. Anleggsområdet drenerer til Haukåsvassdraget. I forbindelse med konsesjonssøknad for dette anlegget ble søker pålagt en undersøkelse av miljøtilstand i resipienten, for å vurdere om virksomheten påvirker vassdraget. I tillegg til behandling av bygningsmaterialer påvirkes resipienten av en trafikkert bilvei, dessuten av annen anleggsvirksomhet i området.

Undersøkelsen omfattet prøvetaking i bekkene som drenerer området for analyser av partikler og generell vannkvalitet, samt analyser av miljøgifter i sediment i et tjern (en delvis avsnørt del av en mindre innsjø) som er den umiddelbare resipient for avrenningen.

Bekkene som drenerer området førte betydelige mengder partikler. Assosiert med partiklene var det relativt høye konsentrasjoner av kalsium og jern. I tillegg var det totale ioneinnholdet markert høyere i og nedenfor anleggsområdet enn ovenfor. En markert økning i pH ble også observert, som en naturlig følge av økt mengde kalsium. En bekk som drenerer et tilliggende område viste også høyt innhold av partikler og kalsium. I dette området er det nylig fylt på store mengder tunnelmasser for planering til et motorsportsenter.

Sedimentanalysene viste en markert reduksjon i organisk innhold i sedimentet i det øverste (yngste) laget sammenlignet med et dypere (eldre) lag. Dette tilskrives de store tilførselene av uorganiske partikler. Innholdet av 11 ulike metaller var markert høyere i de yngste sedimentene sammenlignet med de eldre. Mengdene var likevel ikke spesielt høye, og tjernet kan karakteriseres som moderat forurenset av tungmetaller. Av organiske miljøgifter i sedimentet viste klororganiske stoffer (ulike pesticider og PCB) lave verdier under eller nær deteksjonsgrensene, mens PAH fantes i høyere konsentrasjoner. Forurensningssituasjonen for PAH kan antydes å være markert, men kriterier for klassifikasjon mangler. De mest uønskede (potensielt kreftfremkallende) PAH komponentene var relativt dominerende, og disse vurdert alene kan tolkes som en mer alvorlig forurensning.

Trolig bidrar både avrenning fra Ovn, fra motorsportsenteret og fra veien til partikkelforensning. Det kan ikke skilles sikkert mellom de mulige lokale forurensningskilder for miljøgifter.

Summary

Title: A simple survey of environmental toxins in a freshwater recipient at Ovnen, a construction site draining to the Haukås watercourse in Bergen

Year: 1998

Author: Hobæk, Anders

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3602-3

Results of a simple survey of environmental toxins (heavy metals and organic toxins) in a local, freshwater recipient which is part of the Haukås watercourse in Bergen, is reported. This watercourse receives runoff from a construction site called Ovnen which is close to a small lake, as well as a main road that passes close by. The recipient was clearly influenced by an elevated influx of inorganic particles, measured in the runoff as well as in reduced organic contents of recent lake sediments. The same sediments were moderately polluted by heavy metals, and contained considerable amounts of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH's). Low levels were found for polychlorinated biphenyls (PCB's) and a series of chloro-organic. It is difficult to assess the relative importance of several anthropogenic pollution sources based on the available data.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for undersøkelsen

Bergen Stein- og Jordlevering A/S har søkt konsesjon for å drive et sorteringsanlegg for bygge- og riveavfall. Anlegget er etablert i området "Ovnen" i Åsane. I området har det i lang tid vært tatt ut steinmasser, og sorteringsanlegget er installert og kjørt til prøvedrift. Avrenningen i området renner til Haukåsvatnet. Dette ligger øverst i Haukåsvassdraget (Hylkjevassdraget), som renner til fjorden ved Hylkje. Siden avfallet i seg selv og behandlingen av det potensielt kan medføre tilførsler av partikler, uønskete stoffer og miljøgifter til vassdraget, ble det fra Fylkesmannens Miljøvernavdeling stilt krav om et program for overvåking av vannkvalitet, spesielt med tanke på miljøgifter. NIVA Vestlandsavdelingen ble bedt om å utarbeide et forslag til et slikt program, og senere om å gjennomføre prosjektet.

1.2 Miljøgifter i vann og sedimenter

Miljøgifter omfatter en rekke både uorganiske og organiske stoffer. De har kun det til felles at de er skadelige for mennesker eller for naturlig liv i miljøet. Av uorganiske miljøgifter tenker vi primært på tungmetaller. Disse forekommer naturlig i miljøet, men i meget lave mengder. Ulike menneskelige aktiviteter kan imidlertid ofte medføre utslipp av slike elementer til luft og vann.

Mange av de organiske og uorganiske miljøgiftene er tungt løselige eller bundet til organisk materiale, og vil derfor akkumuleres i innsjøenes bunnsedimenter. Slike sedimenter er derfor mye brukt for å kartlegge miljøpåvirkning. Ved å analysere innhold av miljøgifter i sediment av ulik alder (de yngste avsetningene vil ligge øverst, og dypere ned over i sedimentet finner vi eldre og eldre avsetninger) kan man få en indikasjon på endring i forurensning over tid. Samtidig vil innsjøer fungere som feller for mange miljøgifter, ved at disse transporteres fra nedbørfeltet med rennende vann og sedimenter. Stoffer som er i løsning vil transporteres videre med innsjøens avrenning, så denne effekten gjelder for partikkelbundne og tungt løselige stoffer.

Noen miljøgifter spres over lange avstander i luft før de avsettes i på vegetasjon, i jordsmonn eller i vann. Andre stoffer spres derimot dårlig gjennom luft, og avsettes nær kildene.

SFT har utarbeidet grenseverdier for klassifisering av forurensningsgrad for tungmetaller i vann og sediment i ferskvann (SFT 1997b). Foreløpig finnes det ikke tilsvarende grenseverdier for organiske miljøgifter i vassdrag, men bare for vann og sedimenter i fjorder og kystfarvann (SFT 1997a).

De organiske miljøgiftene omfatter en rekke klorerte organiske stoffer foruten polyaromatiske hydrokarboner, alle med potensielt giftige eller kreftfremkallende egenskaper. Mange av dem er tungt nedbrytbare eller persistente i miljøet og kan akkumuleres i organismer og gjennom næringskjeder. Spredning gjennom atmosfæren gjør at vi finner spor av miljøgifter i de fleste økosystemer hos oss.

Blant de klororganiske stoffene har vi polyklorerte bifenylter (PCB), flere pesticider (særlig insekticider) og en del biprodukter av industriprosesser. PCB er en samlebetegnelse på en rekke bifenylter med ulik grad av klorering. Disse ble brukt som tilsetning til olje for en rekke anvendelser i industri. Bruk av PCB ble forbudt i Norge i 1980, men stoffene ble fremstilt og brukt i ca 50 år før dette og er fortsatt i bruk i mange land. Blant pesticidene er det bl.a. analysert for insektmidlene lindan (γ -HCH eller γ -hexaklorsyklohexan) og for DDT (diklor-difenyl-trikloretan) og metabolitter (nedbrytningsprodukter) av denne. Heksaklorbenzen (HCB) og pentaklorbenzen (5-CB) er klorerte forbindelser som kan være biprodukter av industrielle prosesser. HCB har også vært brukt som et pesticid, men trolig i svært liten utstrekning her i landet.

Den andre hovedgruppen av organiske miljøgifter er polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Disse dannes ved ufullstendig forbrenning av organisk materiale eller annen bruk av kull- og olje-produkter. De er også biprodukter av industrielle prosesser f. eks. i smelteverk. Noen av PAH-forbindelsene er potensielt kreftfremkallende.

Mange miljøgifter er lite løselige i vann, og vil knytte seg til organiske partikler. Disse transporteres fra nedbørfeltet til innsjøene, hvor en stor del av partiklene vil sedimentere. Derfor kan analyser av sedimentets innhold av miljøgifter gi en god pekepinn på om det er forurensningskilder i nedbørfeltet. I tillegg til eventuelle lokale kilder eller direkte tilførsler, vil nivået også kunne influeres av luft-transporterte forurensninger over større avstander (Rognerud m.fl. 1997a).

1.3 Klassifisering av tilstand med hensyn på miljøgifter

Klassifisering av miljøkvalitet følger et system utviklet av Statens Forurensningstilsyn (SFT). Systemet omfatter en rekke virkningstyper av forurensning, deriblant miljøgifter. For fjorder og kystfarvann omfatter systemet en serie organiske og uorganiske miljøgifter i vann, sediment og organismer (SFT 1997a). For ferskvann er derimot datagrunnlaget svakere, og systemet gir foreløpig bare kriterier for tungmetaller i vann og sediment og for kvikksølv i fisk (SFT 1997b). For organiske miljøgifter foreligger det ikke altså enda ikke kriterier for klassifisering i ferskvann.

For de fleste virkningstyper kan tilstanden klassifiseres i fem klasser fra "Meget god" (klasse I) til "Meget dårlig" (klasse V). For miljøgiftene benyttes andre betegnelser, fordi naturtilstanden regnes å være fri for slike stoffer. Her benyttes betegnelsene "Ubetydelig forurenset" (klasse I), "Moderat forurenset" (Klasse II), "Markert forurenset" (klasse III), "Sterkt forurenset" (klasse IV) og "Meget sterkt forurenset" (klasse V). For en nærmere beskrivelse av systemet og hvordan det brukes vises til SFT (1997a, b).

Presentasjonen i denne rapporten benytter systemet for ferskvann så langt det er mulig. For å oppnå en enklest mulig framstilling er de organiske miljøgiftene framstilt på bakgrunn av kriteriene for fjorder og kystfarvann. Det må understrekes at disse resipientene ikke er direkte sammenlignbare med ferskvann, som normalt har et høyere organisk innhold i sedimentene. I denne sammenheng benyttes systemet altså primært for å illustrere nivået av forurensning av organiske miljøgifter. Det er også søkt å sammenligne med andre relevante data fra innsjøsedimenter.

2. Områdebeskrivelse

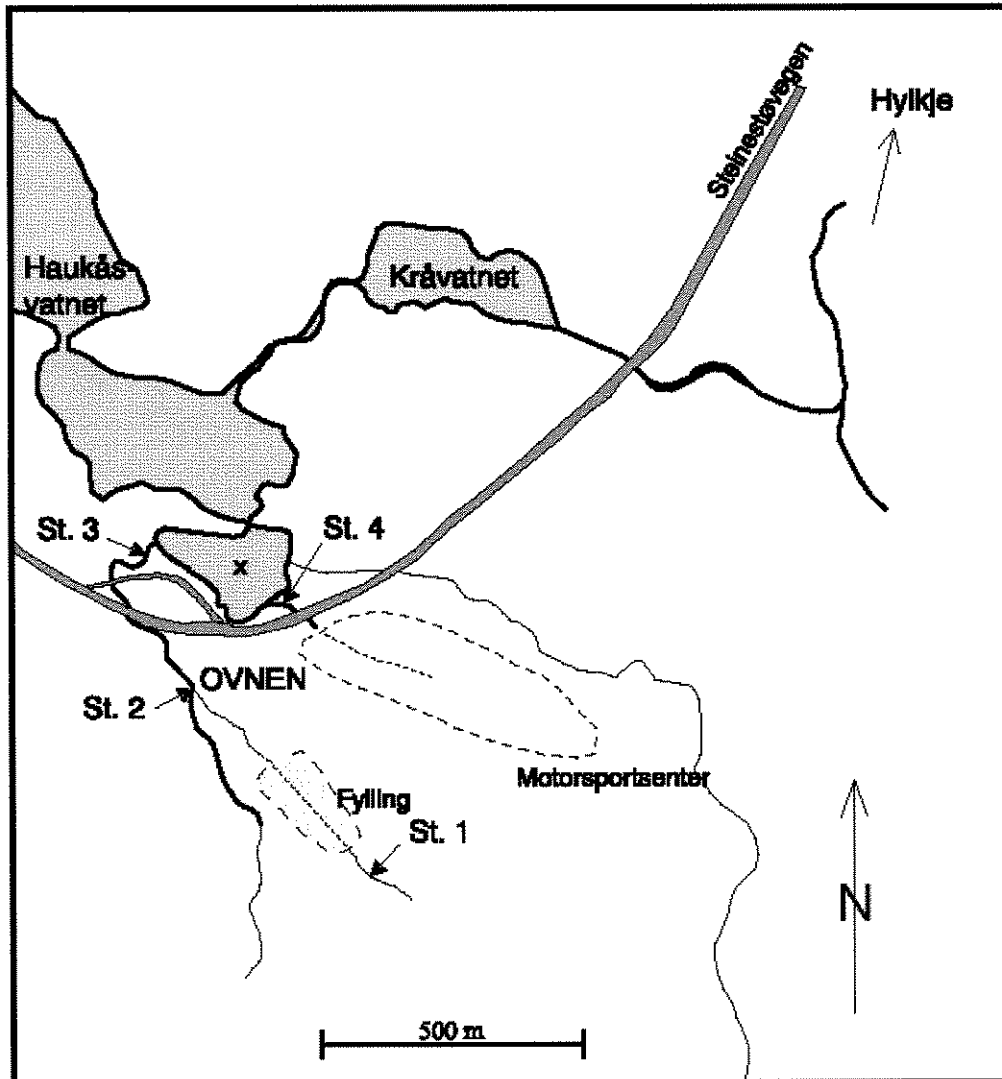
Det legges her vekt på forhold som kan ha betydning for avrenning og vannkvalitet. Dette punktet er vesentlig basert på en rapport fra prøvedriftsperioden i mars 1997. I tillegg foreligger en rapport fra rådgivende ingeniør Hoff A/S, som tok prøver av sigevann på tre stasjoner 11.03.97 som dokumentasjon for "før-tilstand". NIVA befarte området første gang i april 1998.

Ovnen (gnr. 20, bnr. 2) ligger ved Steinestøveien mellom Brurås og Vikaleitet. Et foto som viser området er vist i Figur 1, og en kartskisse over området i Figur 2. Steinbruddet ligger på sørsiden av veien. Uttak av stein og deponering av jord foregår fortsatt i området. På nordsiden ligger Haukåsvatnets SØ-ende, Kråvatnet og Kipevatnet. Mellom disse er det skog- og vierbevokst myr. Anleggsområdet dreneres av en bekk som går i rør under Steinestøvegen til et lite tjern som er delvis avsnørt fra Haukåsvatn (68 m.o.h) ved gjengroing med vegetasjon. Områdene sør og vest for Ovnen er vesentlig skogløst fjell, men øverst mot Stemhøyden er noe areal dyrket opp. I øst mot Brurås ligger et myrområde med blandingsskog. Dette arealet er regulert til motorsportsenter, og iflg. rapporten fra Hoff A/S skal det etableres offentlig VA-tilknytning for dette. Dette åpner i så fall muligheter for tilknytning også for anleggene i Ovnen.



Figur 1. Anleggsområdet i Ovnen fotografert fra den øvre fyllingen i retning N-NV. I bakgrunnen Haukåsvatnet, med det delvis avsnørt tjernet foran (nærmest). Steinestøvegen passerer mellom tjernet og anleggsområdet. Maskinene for behandling av bygningsmaterialer var ikke på plass da bildet ble tatt 29.04.98.

Nederst i Ovnens møtes to bekker fra høydedraget mot Stemhøyden. Disse går samlet i kulvert under Steinestøvegen for utløp i Haukåsvatn. En annen bekk som munnar i samme innsjø kommer fra øst. Denne bekken mottar trolig bare i liten grad avrenning fra anleggsområdet, men i dette området pågår arbeid med planering for et motorsportsenter. Fra selve Steinestøvegen mottar Haukåsvatnet også avrenning med tydelig partikkelpåvirkning.



Figur 2. Skisse over anleggsområdet ved Ovnens med dreneringsveier og plassering av stasjoner for prøvetaking. Prøvetakingspunkt for sedimentprøve i tjernet er markert med X.

3. Materiale og metoder

Vannprøver ble tatt på fire stasjoner i bekkene som renner til tjernet nedenfor veien ved Ovnen. Det ble tatt vannprøver ved tre anledninger, for å få med variasjon knyttet til variabel vannføring. Prøvene ble analysert dels ved NIVAs laboratorium i Oslo, og ved en anledning ved Chemlab Services A/S i Bergen. Parametrene omfatter pH, Konduktivitet, Turbiditet, og ved én anledning kalsium (Ca) og jern (Fe). Begge laboratorier er akkreditert etter EN 45001 standard (Norsk Akkreditering).

Vannprøver kan bare gi et øyeblikksbilde av tilstandene i vassdragene, med mindre de tas regelmessig. For å skaffe fram et integrert bilde av forurensningssituasjonen med hensyn til miljøgifter ble det derfor tatt sedimentpropper i det lille tjernet som er avsnørt fra Haukåsvatnet like nedenfor veien. Dette mottar all avrenning fra området. De mest aktuelle miljøgiftene (tungmetaller og ulike organiske miljøgifter) er i stor grad knyttet til organiske partikler, og vil derfor sedimentere og akkumulere i bunnsedimentet her. Det ble tatt ut prøver av sedimentet 7.09.98 på 8 m dyp, med en prøvetaker som i prinsippet er et pleksiglass rør (indre diameter 63 mm) som presses ned i sedimentet. Vannet over sedimentet i røret ble tappet forsiktig av ved hjelp av en hevert, og deretter ble sedimentet skjøvet ut av røret ved hjelp av et stempel. Det ble tatt to sedimentprøver på denne måten. Fra den ene tok vi ut de to øverste cm av sedimentet, samt av eldre sedimenter mellom 20-22 cm dyp. Disse prøvene ble analysert for innhold av metaller. Fra den andre prøven tok vi av de øvre 3 cm av sedimentet, for analyse av organiske miljøgifter.

Sedimentprøvene ble tørket ved 60 °C, og deretter sendt til analyser ved Svensk Grundämnesanalys AB i Umeå, Sverige (SGAB). Også dette laboratoriet er akkreditert etter EN 45001 (SWEDAC¹). Her ble det ene prøvesettet analysert for følgende tungmetaller (kjemisk tegn i parentes): Arsen (As), Kadmium (Cd), Kobolt (Co), Krom (Cr), Kopper (Cu), jern (Fe) Kvikksølv (Hg), Mangan (Mn), Nikkel (Ni), Bly (Pb) og Sink (Zn). Analysemetodene omfattet plasma-emisjonsspektrometri og plasma-massespektrometri på salpetersyre-oppløste prøver.

Prøven for organiske miljøgifter ble analysert for polyklorerte bifenyler (PCB; 7 ulike komponenter), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH; 16 komponenter), og en rekke pesticider (klororganiske giftstoffer inklusive insektmidler, 22 komponenter). Analysene av PAH er basert på HPLC med UV- og fluorescensdeteksjon, av PCB på gasskromatografi med ECD-deteksjon, og av pesticider på gasskromatografi med MS på aceton/hexan-ekstrahert prøve. De organiske analysene ble utført av OMEGAM i Holland som underleverandør til SGAB. OMEGAM som har samme akkrediteringssatus (STERLAB, det hollandske akkrediteringsorgan), og underleveransen er også godkjent av SWEDAC.

¹ Analysene er merket "Provad av Svensk Grundämnesanalys AB som är akkrediterat av Styrelsen för akkreditering och teknisk kontroll för analys av miljövatten (inkl. slam och sediment) m.m. med registreringsnummer 1087".

4. Resultater og diskusjon

4.1 Vannkvalitet i bekkene.

Resultatene av vannkjemiske analyser i bekkene er sammenfattet i Tabell 1. Ved befaringen i april var det liten vannføring, og det samme var tilfelle da prøvetakingen ble gjenopptatt i september. Ikke før i oktober var det nok nedbør til at vi kunne måle ved rikelig vannføring i bekkene.

Tabell 1. Vannkjemiske målinger i bekkene. Stasjonene er vist på <Figur 1>. Parametrene er: Surhetsgrad (pH); Konduktivitet (elektrisk ledningsevne i mS/m; et mål for totalt ioneinnhold); Turbiditet (Formazin Turbidity Units; et mål på totalt partikkelinnhold); Farge (et mål for innhold av humusstoffer, prøven blir først filtrert); Alkalitet (et mål på vannets bufferevne mot forsuring), Kalsium (Ca), og Jern (Fe).

STA-SJON	DATO	VANN-FØRING	pH	KOND mS/m	TURB FTU	FARGE mg Pt/l	ALK mmol/l	Ca mg/l	Fe mg/l
1	29.04.98	Lav		4,17	0,10				
	07.09.98	Lav	6,50	3,01	1,4	26,1	0,066	0,96	
	14.10.98	Høy	5,28	4,13	0,38	48		0,92	0,15
2	29.04.98	Lav		24,4	4,0				
	07.09.98	Lav	8,17	59,8	17	29,6	2,050	42,2	
	14.10.98	Høy	7,07	17,6	22	93		11,4	2,37
3	29.04.98	Lav		30,1	3,1				
	07.09.98	Lav	7,96	40,1	3,3	30,1	0,906	26,0	
	14.10.98	Høy	7,07	21,8	21	80		14,0	2,65
4	29.04.98	Lav		19,7	3,3				
	07.09.98	Lav	7,81	24,0	22	42,0	1,398	31,1	
	14.10.98	Høy	7,18	15,8	3,5	74		17,5	0,85

Stasjon 1 ligger ovenfor fyllingen, og representerer bakgrunnsverdier. Verdiene for flere av parametrene (Kond, Turb, Alk, Ca og Fe) lå langt lavere her enn på stasjonene nedenfor. Vi fikk en markert økning i ioneinnhold fra St. 1 til St. 2 som ligger i nederkant av anleggsområdet, mens på St. 3 nedenfor veien var vannet noe uttynnet som følge av mere tilsig. Forholdet var det samme for partikkelmengde, alkalitet, og kalsium. Alkaliteten på St. 2 var meget høy, og dette var knyttet til en svært høy konsentrasjon av kalsium. Høy pH forklares også av dette. Den store forskjellen i ioneinnhold mellom referansemålingene på St. 1 og nedenfor anleggsområdet kan i alle fall delvis settes i forbindelse med at det var deponert små hauger (noen m³) med salt, som skal brukes på kjøreveiene til vinteren. Disse var ikke tildekket, og bidro trolig til en anrikning av løste ioner i avrenningen fra området. Partikkelmengdene som ble målt på St. 2 og 3 i september og oktober var svært høye, og tilsvarer tilstandsklasse IV-V (dårlig til meget dårlig) i SFTs klassifikasjonssystem.

Ved stor avrenning i oktober var pH lav på St. 1, og langt høyere på stasjonene nedenfor. På dette tidspunktet var også fargetallet høyt på alle stasjoner i området. Utvasking av humus i nedbørfeltet forklarer økningen på St. 1, men samtidig ser vi at fargetallet økte betraktelig på stasjonene nedenfor og var også svært høyt på St. 4. Denne stasjonen ligger i en annen bekk som i liten grad influeres av anlegget i Ovnen. I området som denne bekken drenerer, har det foregått planering og utlegging av masser (sprengstein fra tunneldrift) for et motorsportsenter. Også denne bekken var synlig partikkelpåvirket og hadde høye verdier for parametrene turbiditet, kalsium og pH.

Det foreligger vannkjemiske resultater fra en tidligere befaring utført av Rådgivende ingeniør Hoff A/S (11.04.97). Prøvene ble bl. a. analysert for pH, konduktivitet, turbiditet og fargetall ved Nærings-

middeltilsynet for Bergen og Omland. En prøve tatt ved vår St. 2 viste pH 6,9, konduktivitet 20,5 mS/m, turbiditet 7,0 FTU og et fargetall på 53 mg Pt/l. En prøve fra den samme bekken som vår St. 4 representerer, viste lavere verdier for konduktivitet (6,1 mS/m) og turbiditet (0,17 FTU). Disse resultatene tyder på at partikkelavrenningen og tilførsler av salter fra anleggsområdet i Ovnen har vært betydelig også tidligere, mens vannkvaliteten på St. 4 er blitt tydelig forverret i forbindelse med anleggsarbeidet.

En tidligere rapport fra Hoff A/S beskriver observasjoner gjort 22.03.95 ved stor avrenning. Dette var en periode med prøvedrift i gjenvinningsanlegget. Her ble det gjort oppmerksom på at gråfarget og trolig partikkelholdig vann seg ut av selve veifyllingen og ned i tjernet.

4.2 Miljøgifter i sediment t

4.2.1 Tungmetaller

Tabell 2 viser innholdet av 11 tungmetaller i sedimentprøvene fra tjernet nedenfor Ovnen, samt glødetap (organisk innhold) og gløderest (uorganisk innhold). Målingene viste en markert forskjell i innhold av organisk stoff mellom det yngste sedimentet (19%) og det eldste (70%). Dette tyder på en betydelig tilførsel av uorganiske partikler. For alle de målte metallene fant vi en markert høyere konsentrasjon idet yngste i forhold til det eldre sedimentet. Størst var økningen for sink, men også for kobolt, krom, kopper, jern, mangan, kvikksølv og nikkel var anrikningen betydelig (forurensningsfaktor K_f lik 3 eller høyere). Forskjellene aksentueres ytterligere av at det organiske innholdet i det øverste sedimentet var så lavt, siden mange av metallene er knyttet til organisk materiale.

Tabell 2. Innhold av tungmetaller i sediment fra tjernet nedenfor Ovnen. Målingene er gjort på sediment fra det øverste sjiktet (0-2 cm; yngst) og 20-22 cm (eldst). De to øverste rekkene viser sedimentets gløderest (uorganisk stoff; % av totalt tørrstoff) og innhold av organisk tørrstoff (% av totalt tørrstoff). For hvert element er det vist mengde målt i de to prøvene, forurensningsfaktor (K_f) og tilstandsklasse etter SFTs system (SFT 1997b).

Parameter	Enhet	Sediment		Kf	Tilstandsklasser	
		0-2 cm	20-22 cm		0-2 cm	20-22 cm
Gløderest	%	81,0	29,7			
Organisk	%	19,0	70,3			
As	mg/kg TS	6,83	2,93	2,33	II	I
Cd	mg/kg TS	0,689	0,438	1,57	II	I
Co	mg/kg TS	27,3	6,49	4,21		
Cr	mg/kg TS	82,7	20	4,14		
Cu	mg/kg TS	96,2	26,4	3,64	II	I
Fe	mg/kg TS	77 500	19 900	3,89		
Hg	mg/kg TS	0,377	0,117	3,22	II	I
Mn	mg/kg TS	733	126	5,82		
Ni	mg/kg TS	65,3	21,8	3,00	II	I
Pb	mg/kg TS	92,5	39,2	2,36	II	I
Zn	mg/kg TS	441	56,1	7,86	II	I

Selv om endringene i sedimentets metallinnhold var markerte, ligger nivået ikke spesielt høyt. For alle de målte elementene klassifiseres det yngste sedimentet til SFT-klasse II (moderat forurenset), mens det eldre sedimentet faller i klasse I (Ubetydelig forurenset, Tabell 2). Sedimentdata fra 8 antatt belastede innsjøer i Bergen (Hobæk 1998) viser f. eks. at tjernet ved Ovnen lå likt eller lavere enn de fleste av disse for alle de målte metallene. Ingen av innsjøene i Bergen lå høyt i landsmålestokk for

tungmetaller, selv om tilstandsklasse III ble påvist for enkelte metaller (Cu, Hg, Zn) i enkelte innsjøer. Blant målingene fra tjernet ved Ovnen er det innholdet av nikkel som ligger relativt høyest - bare én innsjø i Bergen (Apeltunvatn) lå høyere. Begge lokaliteter falt innenfor tilstandsklasse II, mens de øvrige 7 innsjøer falt i klasse I.

Forskjellene i metallinnhold mellom nytt og gammelt sedimentet viser klart at vassdraget mottar tilførsler fra en eller flere lokale kilder. Forurensning fra bilveien og fra anlegget i Ovnen kan begge være aktuelle, men det er umulig å skille ut bidragene fra disse. Vannkvaliteten i bekken som drenerer anleggsområdet viste klart forhøyet innhold av partikler, foruten kalsium og jern. Bekken både ovenfor og nedenfor veien (St. 2 og 3) var preget av godt synlige utfellinger av oker (jern-hydroksid) og høy turbiditet, og det er derfor klart at anleggsområdet bidrar med partikler og metaller (i alle fall jern). Det er sannsynlig at andre metaller følger med, men mengdene det er snakk om er usikre. Metallforurensning er også kjent i avrenning fra bilveier, f. eks. ble kadmium, kopper, bly og sink funnet i ganske høye konsentrasjoner i brøytesnø i Oslo (Bækken 1994).

Ovnen er for en stor del utsprengt i fjell, og betydelige mengder knuste masser fra ulike aktiviteter også utenom behandling av bygningsmasser finnes her. Vannkvaliteten (særlig partikkelforurensning og økt ioneinnhold) er påvirket av hele aktiviteten i området. Sprengstein som lagres her for kortere eller lengre tid vil f. eks. kunne avgi store partikkelmengder. Foruten virksomheten i Ovnen synes det også klart at arbeidet med å anlegge et motorsportsenter like ved har bidratt med tilførsler av uorganiske partikler. Både turbiditet og innhold av kalsium i bekken fra dette området var fullt på høyde med bekken som drenerer Ovnen. Innholdet av jern var betraktelig lavere enn i Ovnen, men likevel høyere enn naturlig. Dette jernet kan stamme fra okerutfellinger i myren, der jordmasser er flyttet under planeringsarbeidet. Vi kjenner ikke til forhold som skulle tilsi tilførsler av andre metaller fra aktiviteten i dette området.

4.2.2 Organiske miljøgifter

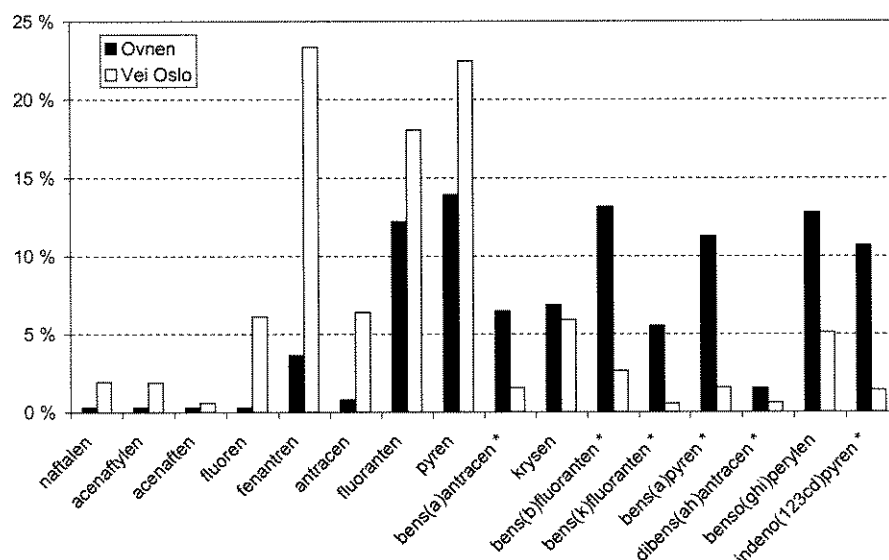
En sammenfatning av måleresultatene er vist i Tabell 3, mens fullstendige resultater for alle komponenter er tatt inn i Vedlegg 1. Deteksjonsgrensene for PCBer og klororganiske pesticider lå i disse analysene høyt i forhold til SFTs kriterier for klassifisering av tilstand, og det er derfor ikke mulig å vurdere disse nærmere. Det er imidlertid ingen tegn til at noen av disse parametrene ligger særlig høyt, og de vil derfor ikke bli diskutert videre. Annerledes stiller det seg med PAH-gruppen som skilte seg ut fra de øvrige. Totalinnholdet lå her på 5.200 µg/kg tørrstoff. Dette tilsvarer tilstandsklasse III (markert forurenset) etter kriteriene for fjorder og kystfarvann. Selv om denne verdien ikke er høy i landsmålestokk (Rognerud m.fl. 1997a), er det påfallende at en relativt høy andel (49% av de 16 målte komponenter) av PAH-komponentene tilhører de potensielt kreftfremkallende (KPAHer). Dette tyder på at forbrenningsprodukter er en viktig kilde til denne forurensningen. Selv om vi mangler referansedata, er det sannsynlig at bakgrunnsmengdene av KPAHer ville ligge i størrelsesorden 100 µg/kg. En KPAH som er brukt i eldre sammenligninger er benzo(a)pyren, og klassifikasjonssystemet omfatter derfor denne som en egen parameter. Basert på denne alene, ville klassifiseringen blitt tilstandsklasse V (Meget sterkt forurenset).

Tabell 3. Innhold av organiske miljøgifter i sedimentprøve (toppsediment 0-2 cm) fra tjernet nedenfor Ovnene. Verdiene er oppgitt i µg pr. kg tørrstoff. Tabellen sammenfatter summen av ulike stoffgrupper: Sum PAH (16 komponenter etter EPA protokoll 8310, inklusive naftalen som er disyklisk); Sum KPAH (6 potensielt kreftfremkallende PAHer); Sum PCB7 (en gruppe på 7 PCBer kalt "seven dutch", dvs. PCB nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180); Sum DDT (DDT og den nedbrytningsprodukter DDD og DDE). Benzo(a)pyren er en enkelt KPAH, mens HCB er hexaklorbenzen. Resultater for enkelt-komponentene og for en rekke andre enkeltforbindelser finnes i Vedlegg A.

Merk at SFTs tilstandsklasser er basert på kriterier for marine sedimenter, og kan her bare tolkes som veiledende.

Stoff eller stoffgruppe	µg/kg TS	SFT-klasse
Sum PAH (EPA protokoll 8310)	5.200	III
Benzo(a)pyren (en KPAH)	590	V
Sum KPAH (6 komponenter)	2.550	-
Sum PCB7 ("seven dutch")	<11	-
HCB	<1	-
Sum DDT	<7	-

Sammenlignet med en oversikt over PAH-mengder i norske innsjøer (Rognerud m.fl. 1997a) er det likevel grunn til å påpeke at også for PAH er totalmengden moderat i tjernet. Dette skyldes at mange innsjøer (særlig sør i landet) har et forholdsvis høyt nivå av PAH i forhold til andre organiske miljøgifter. En sammenligning med 7 andre innsjøer i Bergen (Hobæk 1998) viser at bare én innsjø faller under grensen for SFTs tilstandsklasse II, mens alle de øvrige faller i klasse III som tjernet nedenfor Ovnene. Imidlertid er det bare én av disse innsjøene (Stendavatn) som har en tilsvarende andel KPAH. I trafikkforurenset snø lå andelen KPAH mellom 10 og 20% av SumPAH (basert på det samme beregningsgrunnlag som brukt her).

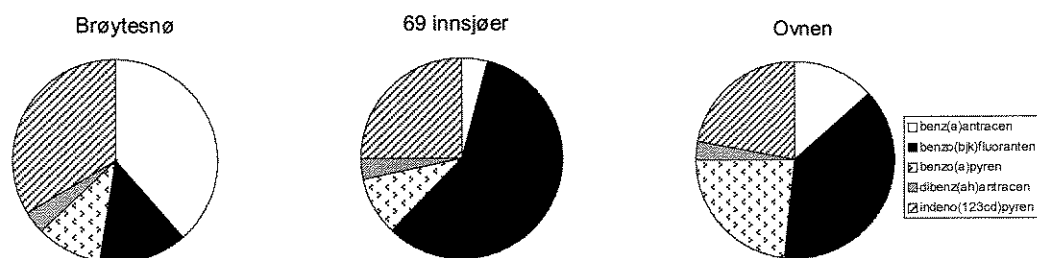


Figur 3. Andel av 16 ulike PAH-komponenter (inklusive naftalen som er disyklisk) i overflatesediment fra tjernet nedenfor Ovnene, sammenlignet med andel av de samme komponenter målt i trafikkforurenset snø i Oslo (gjennomsnitt av fem prøver med høyt totalt PAH-innhold, data fra Bækken 1994). Potensielt kreftfremkallende stoffer (KPAHer er markert med en stjerne).

For en mer fullstendig diskusjon rundt PAH-kilder vises til Rognerud m.fl. (1997a). Generelt sett har tilførsler fra atmosfære, fra industrielle forbrenningsprosesser som smelteverk, fra fyring med olje, kull og ved, samt PAH fra forbrenningsmotorer. Forurensning fra vei omfatter både

forbrenningsprodukter fra motorene og fra slitasje på veibanen (asfaltprodukter). Også mer "naturlige" prosesser som skogbrann vil kunne gi nedfall av PAH. Den høye andelen KPAH i sedimentet kan tyde på at tilførselene stammer fra forbrenning i nedbørfeltet, eventuelt at materiale fra forbrenning er eller har vært deponert her. Vi kjenner imidlertid ikke til at forbrenning har foregått ved anlegget i Ovnene. Forurensning fra trafikk synes å være en sannsynlig kilde. Det kan derfor være aktuelt å sammenligne resultatene herfra med en typisk profil fra trafikkforurensning (Figur 3). Sammenligningsgrunnlaget er et gjennomsnitt av fem prøver av brøytesnø i Oslo med høyt PAH-innhold. Typisk for disse prøvene var at KPAH-andelen var betydelig lavere (10-20%), og at andelen av de lettere PAH-komponentene var høyere. Det er imidlertid sannsynlig at andelen av de sistnevnte mer flyktige komponentene vil være lavere etter transport gjennom et nedbørfelt og sedimentasjon i en innsjø, så sammenligningen kan ikke tillegges for stor vekt. Men det er vanskelig å hevde at profilen fra tjernet ved Ovnene ligner på direkte forurensning fra biltrafikk. Det lave innholdet av de lettere PAH-komponentene tyder på at det heller ikke er snakk om oljerelatert forurensning.

Hvis vi sammenligner andelen av de ulike KPAH-er (Figur 4), ser vi at sedimentet i tjernet nedenfor Ovnene ligner mer på gjennomsnittet fra norske innsjøer (middelverdi av 69 norske innsjøer fra Rognerud m. fl. [1997a]) enn på resultatene fra brøytesnø (Bækken 1994). Spesielt for dette tjernet er en høy andel av benzo(a)pyren på 23% av KPAH, mens det vanlige er rundt 10%.



Figur 4. Sammenligning av andelen ulike KPAH-komponenter av totalt KPAH i prøver fra brøytesnø i Oslo (Bækken 1994), fra 69 innsjøer i Norge sør for polarsirkelen (Rognerud m.fl. 1997a) og fra tjernet nedenfor Ovnene. Ulike benzo-fluorantener er her slått sammen til én kategori, kalt benzo(bjk)fluoranten.

Materialet gir ikke grunnlag for å kunne tilskrive PAHene én bestemt kilde. Videre undersøkelser vil trolig kunne komme nærmere et svar, f. eks. ved å analysere for PAH i flere sjikt av sedimentet. Siden forurensning fra veien har pågått over lengre tid, vil en trolig kunne finne et bedre grunnlag for denne forurensningens "signatur". Det kunne også være aktuelt å se på sediment fra nærliggende tjern eller innsjøer som bare mottar forurensning fra vei. I denne sammenheng kan det nevnes at Gaupåsvatnet i Åsane hadde både et lavere innhold av PAH og en lavere andel KPAH enn tjernet ved Ovnene. Selv om Gaupåsvatnet mottar avrenning fra en lengre veistrekning, er både sedimentasjonsforhold og hydrologi såpass forskjellige at sammenligningen er vanskelig. Endelig kan det være aktuelt å måle PAH og tungmetaller i avrenningsvann fra anleggsområdet (ovenfor veien). Men hvis de påviste stoffene stammer fra tidligere aktivitet vil det neppe kunne påvises i bekkene.

Denne undersøkelsen hadde som målsetting å kartlegge nivået av forurensning i nærområdet rundt anlegget i Ovnene. Det er mulig at det meste av metallene og PAH som tilføres det lille tjernet nedenfor Ovnene sedimenterer her, og at vassdraget nedenfor er mindre påvirket, men vi har ikke data til å vurdere dette. Igjen er det bare et mer omfattende undersøkelsesprogram som gi svar.

Totalt sett er det klart at resipienten (vassdraget) er påvirket av lokale forurensningskilder i tillegg til langtransportert forurensning. Bortsett fra partikkelforurensning er det meste av påvirkningen likevel av moderat karakter. Trolig bidrar veitrafikk og anleggsvirksomhet i området generelt (både i Ovnene og motorsportsenteret) betydelig til partikkelforurensningen. Hvor stor andel av miljøgiftene som kan tilskrives de ulike kildene er meget vanskelig å vurdere. Belastningen av PAH på resipienten tilsier at behandling av enkelte materialtyper (f. eks. trevirke som er behandlet med kreosot eller er brannskadet) bør unngås.

5. Konklusjoner

1. Bekken som drenerer anleggsområdet i Ovnene var tydelig preget av høyt innhold av partikler. Det meste av disse er trolig uorganiske. Sammen med partiklene følger et betydelig innhold av kalsium og jern, og pH viste på samme måte en klar økning. Dessuten viste det totale ioneinnholdet en markert og stor økning. Et høyt innhold av uorganiske partikler og kalsium ble også målt i en bekk som drenerer et anleggsområde like ved, der tunnelmasser ble fylt ut og planert. Ved stor vannføring hadde alle bekkene også et høyt innhold av humus (høyt fargetall).
2. Sedimentprøver fra et lite tjern nedenfor Ovnene viste et markert påslag av tungmetaller i de yngste sedimentene i forhold til eldre. Forurensningsgraden etter SFT-systemet var likevel moderat (tilstandsklasse II i de øvre lagene mot tilstandsklasse I i de underliggende).
3. Av organiske miljøgifter i sedimentet lå 7 PCBer og 22 klororganiske stoffer under eller nær deteksjonsgrensene. Selv om deteksjonsgrensene lå høyt i forhold til de mest relevante kriterier, ser det ikke ut til at disse stoffene utgjør noe problem. Nivået for PAH lå noe høyere, og tilsier tilstandsklasse III (markert forurenset) dersom man sammenligner med klassifikasjonskriterier for marine sedimenter. Det var også påfallende at innholdet av potensielt kreftfremkallende PAH-er var høy. Dette tyder på lokale tilførsler fra forbrenning eller fra brent materiale. Det totale PAH-nivået var imidlertid sammenlignbart med andre påvirkete innsjøer i Bergen.
4. Mulige kilder til den påviste forurensningen er diskutert, uten at det er mulig å trekke sikre konklusjoner. Forurensning fra vei/trafikk og fra anleggsområdet synes aktuelle. Mer omfattende undersøkelser vil trolig kunne gi et bedre svar. Det er heller ikke mulig å si om påvirkningen bare omfatter det nærmeste området, eller om større deler av vassdraget er påvirket. Siden

6. Henvisninger

- Bækken, T. 1994. Trafikkforurensset snø i Oslo. NIVA-rapport Lnr. 3131. 60 s.
- Hobæk, A. 1998. Overvåking av ferskvannsresipieter i Bergen kommune. Miljøgifter og avrenning fra avfallsdeponier. NIVA-rapport Lnr. 3793-98. 27 s.
- Rognerud, S., E. Fjeld & J.E. Løvik. 1997a. Regional undersøkelse av miljøgifter i innsjøsedimenter. Delrapport 1. Organiske mikroforurensninger. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Rapport 712/97, TA-1484/1997. NIVA-rapport Lnr. 3699-97.
- Rognerud, S., E. Fjeld, J.E. Løvik & T. Skotvold. 1997b. Regional undersøkelse av miljøgifter i innsjøsedimenter. Delrapport 2. Tungmetaller og andre sporelementer. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Rapport 713/97, TA-1485/1997. NIVA-rapport Lnr. 3880-97.
- SFT 1997a. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning 97:03. TA-1468/1997. 36 s.
- SFT 1997b. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning 97:04. TA-1468/1997. 31 s.

Vedlegg A. Analysedata (organiske miljøgifter)

Tabellene viser innhold av stoffgruppene PCB, PAH, og klororganiske stoffer (inklusive pesticider) i de øvre 3 cm av en sedimentprøve tatt på 8 meters dyp i en avsnørt del av Haukåsvatnet, Åsane i Bergen. Sedimentets glødetap var 19%.

Vedleggstabell 1. Innhold av polyklorerte bifenyler (PCB) (mg pr. kg tørrstoff). Utvalget av komponenter tilsvarer "Seven Dutch".

Komponent	mg/kg TS
PCB 28	<0,001
PCB 52	<0,003
PCB 101	<0,005
PCB 118	<0,002
PCB 138	0,006
PCB 153	<0,008
PCB 180	0,005
Sum PCB ₇	0,01

Vedleggstabell 2. Innhold av polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) - komponenter (mg pr. kg tørrstoff). Naftalen er disyklisk, og regnes ikke som en ekte PAH. Den er imidlertid med i EPA-protokoll 8310, som denne analysen tilsvarer.

Komponent	mg/kg TS
Naftalen	<0,05
Acenaftylen	<0,05
Acenaften	<0,05
Fluoren	<0,05
Fenantren	0,19
Antracen	0,04
Fluoranten	0,64
Pyren	0,73
Benzo(a)antracen *	0,34
Chrysen	0,36
Benzo(b)fluoranten *	0,69
Benzo(k)fluoranten *	0,29
Benzo(a)pyren *	0,59
Dibenzo(ah)antracen *	0,08
Benzo(ghi)perylen	0,67
Indeno(123cd)pyren *	0,56
Sum 16 PAH	5,2

Vedleggstabell 3. Innhold av klororganiske stoffer (pesticider) utenom PCB (mg pr. kg tørrstoff).

Komponent	mg/kg TS
Hexaklorbenzen (HCB)	<0,001
o,p'DDT	<0,001
p,p'DDT	<0,002
o,p'DDD	<0,001
p,p'DDD	<0,001
o,p'DDE	<0,001
p,p'DDE	<0,001
aldrin	<0,001
dieldrin	<0,001
endrin	<0,001
isodrin	<0,001
telodrin	<0,001
α -HCH	<0,001
β -HCH	<0,001
γ -HCH (lindan)	<0,001
Heptaklor	<0,001
cis-heptakloreposid	<0,001
trans-heptakloroksid	<0,001
α -endosulfan	<0,001
Hexaklorbutadien	<0,001
Hexakloretan	<0,001
Pentaklorbenzen	<0,001
Sum pesticider	<0,011