

RAPPORT LNR 4699-2003

**U**ndersøkelse av mulig  
forurensning fra nedlagt  
deponi - Bråstad,  
Aust-Agder

## Norsk institutt for vannforskning

# RAPPORT

### Hovedkontor

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

[www.niva.no](http://www.niva.no)

### Sørlandsavdelingen

Televeien 3  
4879 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  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

### Akvaplan-niva

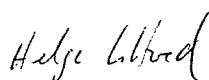
9296 Tromsø  
Telefon (47) 77 75 03 00  
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Undersøkelse av mulig forurensning fra nedlagt deponi – Bråstad, Aust-Agder	Løpenr. (for bestilling) 4699-2003	Dato 25. juni 2003
	Prosjektnr. Undernr. O-23408	Sider 23
Forfatter(e) Liltved, Helge Iversen, Eigil Rune	Fagområde Miljøteknologi	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA 2003

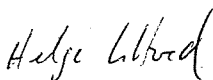
Oppdragsgiver(e) Stoa Invest AS	Oppdragsreferanse
------------------------------------	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Det er gjennomført en undersøkelse for å kartlegge forurensningssituasjonen knyttet til et nedlagt deponi ved Bråstad i Arendal kommune. Resultatene fra undersøkelsen viser at det transporteres noe organisk stoff, metaller og små mengder hydrokarboner via sigevann og bekkevann. Av metaller er det jern og mangan som dominerer. Det ble ikke funnet flyktige organiske komponenter (VOC) eller alifatiske hydrokarboner. Konsentrasjonene av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og BTEX-forbindelsene var lave. Det ble funnet spor av polyklorerte bifenyler PCB i sedimentprøver.</p> <p>Ut fra terrengformasjoner og grunnforhold er de mest sannsynlige spredningsveiene kartlagt. Undersøkelsen vår indikerer at det ikke foregår noen omfattende transport av miljøfarlige stoffer ut fra deponiet, og at deponiet derfor ikke representerer noen stor miljørisiko.</p>
---

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Sjøpelfylling</li> <li>Avrenning</li> <li>Vannkvalitet</li> <li>Miljøgifter</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Landfill</li> <li>Run-off</li> <li>Water quality</li> <li>Miropollutants</li> </ol>
--	---



Helge Liltved  
Prosjektleder



Helge Liltved  
Forskningsleder



Nils Roar Sælthun  
Forskningsdirektør

ISBN 82-577-4368-2

# **Undersøkelse av mulig forurensning fra nedlagt deponi – Bråstad, Aust-Agder**

## Forord

Stoa Invest AS har engasjert NIVA for å få gjennomført en undersøkelse av forurensnings situasjonen knyttet til et nedlagt deponi. Deponiet er etablert i en gammel jerngruve ved Bråstad i Arendal kommune, Aust-Agder, gnr.bnr. 443/107.

Undersøkelsen er utført ved intervju av personer med kjennskap til deponiet. Dette for å få informasjon om mengder og sammensetning av deponert avfall, samt andre opplysninger av betydning for vurdering av forurensningssituasjonen. Videre er det gjennomført befarings ved to anledninger, samt prøvetaking av vann i bekker/sigevann og bekkersedimenter i området.

Grimstad, 25. juni 2003

*Helge Liltved*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
1.1 Bakgrunn og mål	6
1.2 Materialer og metoder	7
<b>2. Resultater</b>	<b>9</b>
2.1 Inntrykk fra befaringen	9
2.2 Vannprøver i bekk 1 og bekk 2	9
2.3 Sedimentprøver i bekk 1 og bekk 2	12
<b>3. Konklusjoner</b>	<b>14</b>
<b>4. Referanser</b>	<b>14</b>
<b>5. Vedlegg</b>	<b>15</b>

---

## Sammendrag

Stoa Invest AS har engasjert NIVA for å få gjennomført en undersøkelse av forurensnings situasjonen knyttet til et nedlagt deponi. Deponiet er etablert i en gammel jerngruve ved Bråstad i Arendal kommune, Aust-Agder, gnr.bnr. 443/107.

Undersøkelsen er utført ved intervju av personer med kjennskap til deponiet. Dette for å få informasjon om mengder og sammensetning av deponert avfall, samt andre opplysninger av betydning for vurdering av forurensningssituasjonen. Videre er det gjennomført befarings ved to anledninger, samt prøvetaking av vann i bekker/sigevann og bekkersedimenter i området.

Våre undersøkelser viser at det transporteres noe organisk stoff, metaller og små mengder hydrokarboner via bekkevann ut fra området. Av metaller er det jern og mangan som dominerer. I forhold til SFTs klassifisering gir dette tilstandsklassene "mindre god" eller "dårlig" for bekkevannet. Fordi berggrunnen i området er jern- og manganholdig, kan de høye verdiene til en viss grad tilskrives naturlige tilførsler. Fordi vannføringen i bekkene er små blir døgntransporten av metaller relativt beskjeden. Det ble ikke funnet flyktige organiske komponenter (VOC) eller alifatiske hydrokarboner i bekkevann/sigevann. Konsentrasjonene av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og BTEX-forbindelsene var lave.

Det ble funnet spor av polyklorerte bifenyler PCB i sedimentprøver. Imidlertid var disse ikke høyere enn det man finner i vanlige innsjøsedimenter (Rognerud et al. 1997).

Ut fra terrengformasjoner og grunnforhold er de mest sannsynlige spredningsveiene kartlagt. Undersøkelsen vår indikerer at det ikke foregår noen omfattende transport av miljøfarlige stoffer ut fra deponiet, og at deponiet derfor ikke representerer noen stor miljørisiko.

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn og mål

### Lokalisering og dreneringsretning

Gruven ved Bråstad er en av Arendalsområdets mange nedlagte jerngruver. Gruva er, som mange andre, benyttet som avfallsdeponi. Gruva er lokalisert i området nord for Stoa industriområde i Arendal kommune. Området er idag utmark og dominert av fjellgrunn. Det er regulert til handel- og industriområde. Det er ca. 500 meter til nærmeste boligbebyggelse.

Gruvas overflateareal er ca. 800 m<sup>2</sup> som er tildekket med med stein og jord. Fyllingen er delvis tilvokst med små lauvtrær og gress (figur 1). Det er ingen lukt eller synlig avfall ved selve fyllingen. Utbredelse og dreismønster er noe vanskelig å bedømme. De to mest sannsynlige dreneringsretninger er 1) mot nord gjennom påfylte masser, steinavfall og sprekker i fjell og 2) mot sør-vest gjennom sprekker og sjakter i fjell. Dreneringsvann som går mot nord kan nå bekk 1, mens dreneringsvann som går mot sør-vest kan nå bekk 2 (se kart i vedlegg). Bekk 1 kommer fra et lite tjern og har jevn vannføring, mens bekk 2 vesentlig er dreneringsvann/sigevann fra området sør-vest for deponiet. Avstanden fra kant deponi til bekk 1 er ca. 30 m, mens avstanden til bekk 2 er ca. 100 m. Overflaten av deponiet ligger ca. 10 m høyere enn bekk 1, og ca. 15 m høyere enn bekk 2. De to bekkene løper sammen og renner ut i et lite tjern og videre til Sagvann. Fra Sagvann går det bekk med utløp i Nidelva ved Asdal.

### Problemstillinger

Deponering antas å ha pågått i tiden før 1985. I følge opplysninger som er mottatt er det deponert avfall fra husholdninger som kjøleskap, komfyrer og andre elektriske apparater i gruva. Gruva er også blitt benyttet som deponi for bygningsavfall (armeringsjern, planker, etc). Bilvrak kan også ha blitt dumpet i gruva. Det er ikke kjennskap til at det er blitt deponert industriavfall og kjemikalier.

I 1985 overtok Stoa Invest AS som ny eier av området. Siloer som stod oppe på gruva ble revet og deponert i gruva. Det ble sprengt ut fjell langs gruvas østre kant som ble benyttet til å dekke fyllingen. Etter 1985 har det ikke vært deponert avfall på stedet.

### Målsetting

Målsettingen med undersøkelsen har vært å beskrive forurensningssituasjonen i området. Følgende delmål er satt opp:

- Forsøk på kartlegging av spredningsveier fra deponiet
- Undersøke kvaliteten av avrenningsvann/sigevann m.h.p. metaller og organiske miljøgifter
- Måle m.h.p. utvalgte parametere i bekkesedimenter
- Måling av vannføring fra området
- Øyeblikksmålinger av stoffmengder til resipient
- Gjennomføre en enkel risikovurdering
- Beskrive evt. behov for oppfølgende undersøkelser/tiltak

## 1.2 Materialer og metoder

Arbeidet i denne undersøkelsen er i noen grad basert på metodikken som er presentert i NIVA-rapporten "Testing av Forenklet prosedyre for klassifisering av forurensede områder i Aust-Agder" (Norgaard et al. 1998). En kort beskrivelse av undersøkelsens oppbygning er gitt nedenfor.

### Gjennomføring av undersøkelsen

- a) Innhenting av informasjon om deponiet: Intervju med Eigil Birketveit og Mauritz Johnsen (begge Stoa Invest AS), og Arne Midtstøl (eget firma). Informasjonen ble samlet på et standard skjemaer utarbeidet av NIVA.
- b) Sammenstilling og systematisering av informasjon som grunnlag for forberedt befaringsgjennomføring av forberedt befaringsgjennomføring. Dette feltarbeidet ble gjennomført av Eigil Iversen og Helge Liltved, begge NIVA, 29. april 2003. Det ble det tatt vannprøver og sedimentprøver for kjemisk analyse, samt målinger av vannføring i bekker.
- c) Databearbeiding og rapportering. Alle resultater og vurderinger er samlet i denne rapport. Alle analyseresultater er samlet i vedlegg A.
- d) Vurdering av behov for tiltak.

### Prøvetakingsprogram og analyser

Vannprøvene ble analysert med hensyn til generelle vannkjemiske parametre (pH, konduktivitet, ammonium, fosfat, totalt organisk karbon, jern og mangan). I tillegg ble det analysert med hensyn på utvalgte tungmetaller (As, B, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), hydrokarboner (BTEX og oljekomponenter), flyktige organiske komponenter (VOC, 48 stk.) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH, 16 stk.). Prøver av sediment ble analysert m.h.p. polyklorerte bifenyler (PCB, 10 stk.) og noen andre klorerte organiske forbindelser (7 stk.).

Analysene for generelle vannkjemiske parametre, metaller/tungmetaller og PCB/andre klorerte organiske forbindelser er foretatt ved NIVAs laboratorium i Oslo. Analysene av BTEX, oljekomponenter, PAH og VOC er foretatt av AnalyCen AS.

Metaller ble analysert v.h.a. ICP-MS teknikk. ICP-MS teknikk er en bredspektret analyseteknikk der en identifiserer og kvantifiserer en rekke metaller, og hvor deteksjonsgrensen er lav. Hydrokarboner inkludert monoaromatiske strukturer er analysert v.h.a. gasskromatografi med kapillærkolonne og flammeionisasjonsdetektor (GC/FID). Dette er en bredspektret og følsom analysemetode for en lang rekke hydrokarboner og petroleumsblandinger. PAH (polyaromatiske hydrokarboner) ble analysert v.h.a. GC/MS-teknikk, mens flyktige organiske komponenter (VOC) ble analysert med headspace-GC/MS. Sedimentprøvene ble analysert for PCB (polyklorerte bifenyler) og noen øvrige klorerte forbindelser ved GC/ECD teknikk. Analyseprogram og prøvetakingspunkter er presentert i tabell 1.



**Tabell 1.** Prøvetakingsprogram og analyser

	Vannprøve bekk 1	Vannprøve bekk 2	Sediment bekk 1	Sediment bekk 2
Generell vannkjemi (pH, kond, NH <sub>4</sub> , PO <sub>4</sub> , TOC)	X	X		
Metaller og tungmetaller (As, B, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn)	X	X		
BTEX (benzen, toluen, ethylbenzen, M+P-xylen, O-xylen)	X	X		
Oljekomponenter (C5-C8, >C8-C10, C10-C12, >C12-C16, >C16-C35)	X	X		
Flyktige organiske komponenter (VOC, 48 stk., se vedlegg)	X	X		
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH, 16 stk.)	X	X		
Polyklorerte bifenyler (PCB, 10 stk.)			X	X
Andre klorerte organiske forbindelser (7 stk.)			X	X

## 2. Resultater

### 2.1 Inntrykk fra befaringen

Døgnet før befaringen fant sted hadde det vært kraftig regnvær, noe som gjorde at det var relativt stor vannføring i bekk 1. Det var ingen synlig forurensninger i bekk 1, hverken i vannfase eller i sedimenter. Bekk 2, som består av dreneringsvann/sigevann bar preg av forurensninger i form av jernutfellinger og små "lammehaler" enkelte steder (figur 2). "Lammehaler" består av sopp og bakterier, og indikerer tilførsler av lett nedbrytbart organisk materiale. Spesielt ble dette observert ved et oppkomme i bekken, ca. 20 m fra punktet hvor bekk 1 og bekk 2 løper sammen. Her var det også noe lukt fra vannet. Sedimentene i bekk 2 var også tydelig forurenset med oljeholdige forbindelser. Ved å grave i sedimentene ble det dannet oljefilm på vannoverflaten, og det luktet olje.

### 2.2 Vannprøver i bekk 1 og bekk 2

#### Generell vannkjemi og tungmetaller

I tabell 2 er analyseresultatene for generell kjemi og tungmetaller vist. For å kunne sammenlikne er det tatt med 3 tilstandsklasser hentet fra Statens forurensningstilsyns "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann" (SFT, 1997). Hensikten med et slikt klassifiseringsystem er å kunne gi et mest mulig enhetlig og objektivt verktøy for vurdering av miljøtilstand og utvikling i norske vannforekomster. Analysene fra bekk 1 og bekk 2 viser at vannet er noe påvirket av organisk stoff og metaller. Forhøyede jern- og manganverdier er ikke overraskende med tanke på de naturlige forekomstene av disse metallene i området. Av tungmetaller er det noe høye verdier for krom og kobber, spesielt i bekk 2. Krom kan stamme fra metallgjenstander som er overflatebehandlet.

Da prøven ble tatt var vannføringen i bekk 1 og bekk 2 henholdsvis 16 l/sek og 2 l/sek. Basert på disse vannmengdene blir det transportert 580 g jern/døgn og 120 g mangan/døgn ut av området. Tilsvarende for krom og kobber var henholdsvis 1 g/døgn og 2 g/døgn. Disse transportdataene er neppe representative for årstransporten, og må utelukkende brukes som en indikasjon.

#### Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og flyktige organiske komponenter (VOC)

Som det framgår av tabell 3, var PAH-konsentrasjonene i bekk 1 og bekk 2 generelt under deteksjonsgrensene. Den eneste forbindelsen som ble påvist var naftalen (0,11µg/l i bekk 1). Sett på bakgrunn av den lave konsentrasjonen og at naftalen ikke hører til de kreftfremkallende PAH-forbindelsene, ansees ikke denne påvisningen som noe problem. VOC-forbindelser ble ikke påvist i noen av prøvene.

#### Alifatiske hydrokarboner og BTEX-forbindelsene

Verdiene i tabell 4 viser at det ikke ble påvist alifatiske hydrokarboner, hverken i bekk 1 eller bekk 2. Av BTEX-forbindelsene ble toluen og benzen påvist, men i lave konsentrasjoner.



**Figur 1.** Deponiet ved Bråstad



**Figur 2.** "Lammehaler" og jernutfellinger i bekk 2

**Tabell 2.** Analyseresultatene for generell kjemi og tungmetaller sammenliknet med verdier i SFTs tilstandsklasser.

Vannprøver	Målte verdier		SFTs tilstandsklasser		
	Bekk 1	Bekk 2	God	Mindre god	Dårlig
<b>Generell vannkjemi</b>					
pH	7,07	7,60	6,0-6,5	5,5-6,0	5,0-5,5
Konduktivitet, mS/m	6,43	24,4			
Totalt organisk karbon, mgC/l	6,9	4,4	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15
Ammonium, µgN/l	10	73			
Fosfat, µgP/l	3	7			
Jern, µg/l	344	613	50-100	100-300	300-600
Mangan, µg/l	73,0	119	20-50	50-100	100-150
			SFTs tilstandsklasser		
<b>Tungmetaller</b>	Bekk 1	Bekk 2	Ubetydelig forurenset	Moderat forurenset	Markert forurenset
Arsen, µg/l	0,29	1,0			
Bor, µg/l	5,5	-			
Kadmium, µg/l	0,032	0,02	<0,04	0,04-0,1	0,1-0,2
Krom, µg/l	0,2	3,82	<0,2	0,2-2,5	2,5-10
Kobber, µg/l	1,29	1,44	<0,6	0,6-1,5	1,5-3
Kvikksølv, µg/l	<1,0	<1,0	<0,002	0,002-0,005	0,005-0,01
Nikkel, µg/l	0,75	<0,05	<0,5	0,5-2,5	2,5-5
Bly, µg/l	0,502	0,238	<0,5	0,5-1,2	1,2-2,5
Sink, µg/l	9,80	5,83	<5	5-20	20-50

**Tabell 3.** Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og flyktige organiske komponenter (VOC) i vannprøvene.

Vannprøver	Bekk 1	Bekk 2
<b>Polyaromatiske hydrokarboner (PAH)</b>		
Benzo(a)antracen, µg/l	<0,02	<0,02
Krysen, µg/l	<0,02	<0,02
Benzo(b,k)fluoranten, µg/l	<0,02	<0,02
Benzo(a)pyren, µg/l	<0,02	<0,02
Indeno(1,2,3-cd)pyren, µg/l	<0,02	<0,02
Dibenzo(a,h)antracen, µg/l	<0,02	<0,02
<b>Sum carcinogene PAH, µg/l</b>	<0,20	<0,20
Naftalen, µg/l	0,11	<0,02
Acenaftylen, µg/l	<0,02	<0,02
Fluoren, µg/l	<0,02	<0,02
Acenaften, µg/l	<0,02	<0,02
Fenantren, µg/l	0,02	<0,02
Antracen, µg/l	<0,02	<0,02
Fluoranten, µg/l	<0,02	<0,02
Pyren, µg/l	<0,02	<0,02
Benzo(g,h,i)perylen, µg/l	<0,02	<0,02
<b>Sum PAH, µg/l</b>	<0,30	<0,30
<b>VOC, 48 stk</b>	ikke påvist	ikke påvist

**Tabell 4.** Alifatiske hydrokarboner og BTEX-forbindelsene i vannprøvene

Vannprøver	Bekk 1	Bekk 2
<b>Alifatiske hydrokarboner</b>		
C5-C8, µg/l	<5	<5
>C8-C10, µg/l	<5	<5
>C10-C12, µg/l	<9	<9
>C12-C16, µg/l	<9	<9
>C16-C35, µg/l	<15	<15
<b>BTEX</b>		
Benzen, µg/l	0,13	0,69
Toluen, µg/l	0,50	2,5
Ethylbenzen, µg/l	<0,1	<0,1
M+P-xylen, µg/l	<0,1	1,6
O-xylen, µg/l	<0,1	1,2

## 2.3 Sedimentprøver i bekk 1 og bekk 2

### Polyklorerte bifenyl (PCB) og andre klorerte organiske forbindelser

I tabell 5 er konsentrasjonene av ulike PCB-forbindelser vist, fra den letteste eller lavest klorerte (PCB 28) til den tyngste, fullklorerte forbindelsen (PCB 209). De 7 første som er listet opp kalles "7 Dutch" og summen av disse  $\Sigma\text{PCB}_7$ . Det er denne summen det ofte refereres til i miljøundersøkelser. Disse utgjør normalt fra 40 til 70% av den totale sum av de ca. 140 mulige PCB-forbindelsene som kan forekomme i PCB-blandinger.

Tallene i tabell 5 viser at PCB er fraværende i sedimentene i bekk 1, mens det ble funnet lave konsentrasjoner i bekk 2.  $\Sigma\text{PCB}_7$  var 3,2 µg/kg t.v. Til sammenlikning kan det nevnes at sedimentprøver som ble tatt i 69 norske innsjøer viste verdier fra 1 til 30 µg/kg t.v., de fleste mellom 3 og 20 µg/kg t.v. (Rognerud et al. 1997). I "Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann" (SFT 1997), blir betegnelsen "liten forurensningsgrad" benyttet når  $\Sigma\text{PCB}_7$  er lavere enn 5 µg/kg t.v.

Det var også lave konsentrasjoner av andre klorerte forbindelser som hexaklorbenzen og DDT-metabolitter.

**Tabell 5.** Polyklorerte bifenyler (PCB) og andre klorerte organiske forbindelser i sedimentprøver

Sedimentprøve	Bekk 1	Bekk 2
<b>Polyklorerte bifenyler (PCB)</b>		
PCB 28, µg/kg t.v.	<0,20	0,38
PCB 52, µg/kg t.v.	i	0,46
PCB101, µg/kg t.v.	<0,20	0,39
PCB 118, µg/kg t.v.	<0,20	0,38
PCB 138, µg/kg t.v.	<0,20	0,71
PCB153, µg/kg t.v.	<0,20	0,51
PCB180, µg/kg t.v.	<0,20	0,37
<b>Sum PCB<sub>7</sub>, µg/kg t.v.</b>	0	3,2
PCB105, µg/kg t.v.	<0,20	0,21
PCB156, µg/kg t.v.	<0,20	<0,20
PCB209, µg/kg t.v.	<0,20	<0,20
<b>Sum PCB, µg/kg t.v.</b>	0	3,41
<b>Andre klorerte organiske forbindelser</b>		
Penta-klorbenzen, µg/kg t.v.	<0,10	0,15
Alfa-hexakl.cyclohex., µg/kg t.v.	<0,20	1,2
Hexa-klorbenzen, µg/kg t.v.	<0,10	i
Gamma-hexakl.cyclohex, µg/kg t.v.	<0,20	<0,20
Oktaklorstyren, µg/kg t.v.	<0,10	0,10
4,4-DDE, µg/kg t.v.	<0,20	<0,20
4,4-DDD, µg/kg t.v.	<0,30	<0,30

i=forbindelsen er dekket av interferens i kromatogrammet

### 3. Konklusjoner

Våre undersøkelser viser at det transporteres noe organisk stoff, metaller og små mengder hydrokarboner via bekkevann ut fra området. Av metaller er det jern og mangan som dominerer. I forhold til SFTs klassifisering gir dette tilstandsklassene ”mindre god” eller ”dårlig” for bekkevannet. Fordi berggrunnen i området er jern- og manganholdig, kan de høye verdiene til en viss grad tilskrives naturlige tilførsler. Fordi vannføringen i bekkene er små blir døgntransporten av metaller relativt beskjeden. Det ble ikke funnet flyktige organiske komponenter (VOC) eller alifatiske hydrokarboner i bekkevann/sigevann. Konsentrasjonene av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og BTEX-forbindelsene var lave.

Det ble funnet spor av polyklorerte bifenyl PCB i sedimentprøver. Imidlertid var disse ikke høyere enn det man finner i vanlige innsjøsedimenter (Rognerud et al. 1997).

Ut fra terrengformasjoner og grunnforhold er de mest sannsynlige spredningsveiene kartlagt. Undersøkelsen vår indikerer at det ikke foregår noen omfattende transport av miljøfarlige stoffer ut fra deponiet, og at deponiet derfor ikke representerer noen stor miljørisiko. Det synes ikke nødvendig med omfattende tiltak. For å avdekke eventuelle effekter av deponiet på vassdraget nedstrøms kan det tas prøver som fortrinnsvis analyseres m.h.p. metaller.

Deponiet bør selvfølgelig holdes avstengt også i framtiden. Dersom det på et senere tidspunkt skulle bli aktuelt med tiltak, vil en mulighet være å begrense tilrenning og/eller samle opp og lede bort nedbør som faller direkte på fyllingen.

### 4. Referanser

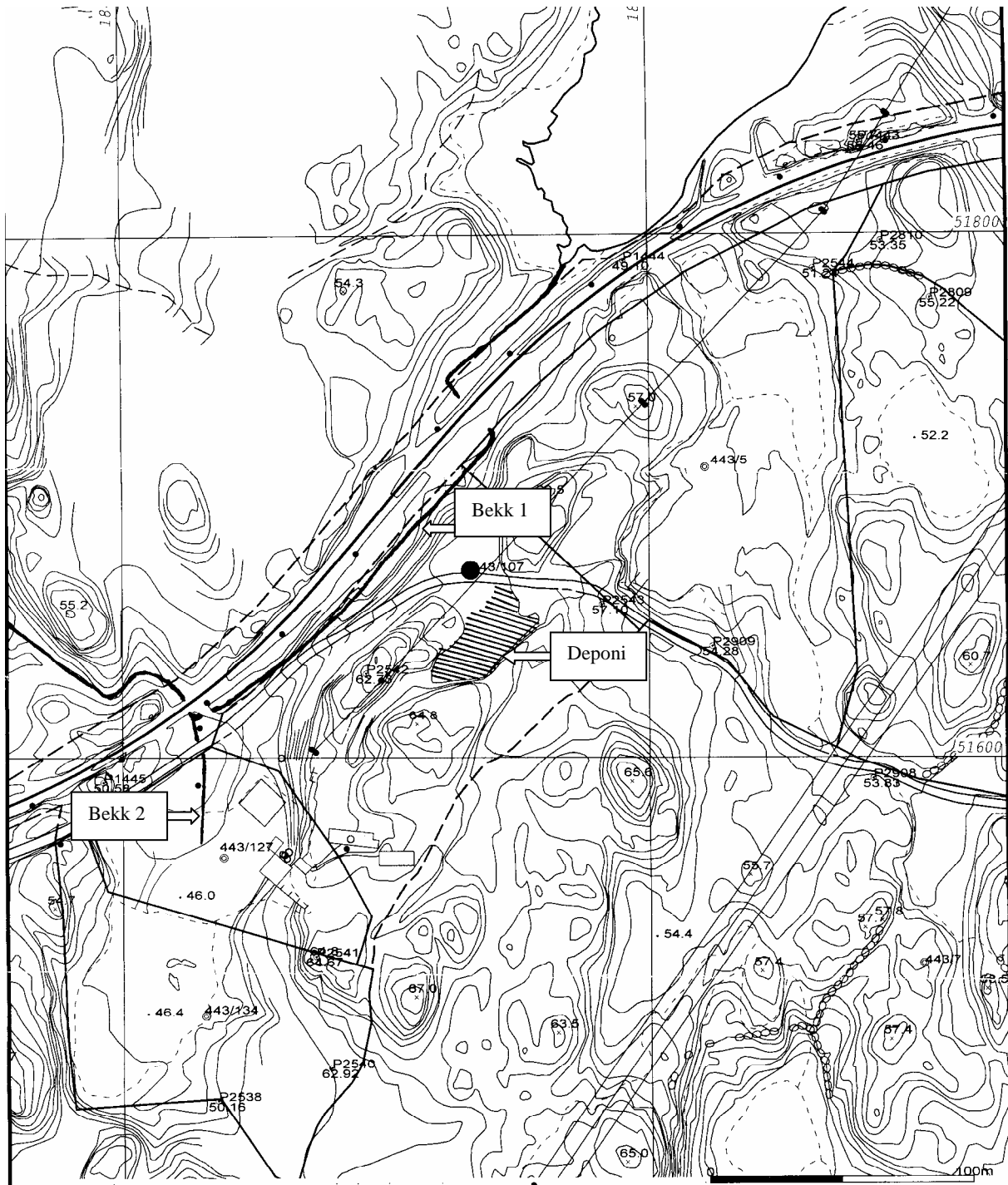
Rognerud S., Fjeld E. og Løvik J.E. 1997. Regionale undersøkelser av miljøgifter i innsjøsedimenter. Delrapport 1. Organiske mikroforurensninger. Statlig program for forurensningsovervåkning. Rapport 712/97, 37 s.



SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT publikasjon TA 1468/1997.

SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT veiledning 97:03.

## **5. Vedlegg**





	<b>ARENDALE KOMMUNE</b>		 Målestokk 1:2000
	Dato: 2003:03:19	Sign: njs	

Tegnforklaring:

Norsk  
 Institutt  
 for  
 Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås  
 0411 Oslo  
 Tel: 22 18 51 00  
 Fax: 22 18 52 00

# ANALYSE RAPPORT



**Navn** Stoainvest AS  
**Adresse** Postboks 1503 Myrene  
 4801 ARENDAL

**Deres referanse:**  
 Eigil Birketveit

**Vår referanse:**  
 Rekv.nr. 2003-944  
 O.nr. O 23408

**Dato**  
 2003-06-23

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater:

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Bekk 1	2003.04.29	2003.04.30	2003.04.30-2003.05.08
2	Bekk 2	2003.04.29	2003.04.30	2003.04.30-2003.05.08

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2
Surhetsgrad		A 1	7,07	7,60
Ledningsevne	mS/m	A 2	6,43	24,4
Fosfat	µg/l P	D 1-1	3	7
Ammonium	µg/l N	C 4-3	10	73
Karbon, organisk	mg/l C	G 4-2	6,9	4,4
Arsen	µg/l	E 8-3	0,29	1,0
Bor	µg/l	E 8-1*	5,5	
Kadmium	µg/l	E 8-3	0,032	0,02
Krom	µg/l	E 8-3	0,2	3,82
Kobber	µg/l	E 8-3	1,29	1,44
Jern	µg/l	E 8-3	344	613
Kvikksølv	ng/l	E 4-3	<1,0	<1,0
Mangan	µg/l	E 8-3	73,0	119
Nikkel	µg/l	E 8-3	0,75	<0,05
Bly	µg/l	E 8-3	0,502	0,238
Sink	µg/l	E 8-3	9,80	5,83

Norsk institutt for vannforskning

Helge Liltved  
 Forskningsleder

# Analysrapport

# AnalyCen

AnalyCen AS  
Avd. Arendal  
Serviceboks 740  
4808 Arendal  
NORGE

Rapport utfärdad av  
ackrediterat laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



**Journalnr** V001032-03  
**Kundnr** 8403610-492066  
**Provtyp** Övrigt vatten

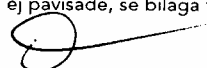
Sida 1 (1)

**Provet ankom** 2003-04-30  
**Analysrapport klar** 2003-06-02

**Provets märkning** 840-1 Bekk

Analysnamn	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	Ort
Benzo(a)antracen	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Krysen	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Benzo(b,k)fluoranten	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Benzo(a)pyren	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Dibenzo(a,h)antracen	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
* Summa cancerogena PAH	<0.20	ug/l			L
Naftalen	0.11	ug/l	± 15 % B		L
Acenaftylen	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Fluoren	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Acenaften	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Fenantren	0.02	ug/l	± 15 % B		L
Antracen	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Fluoranten	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Pyren	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Benzo(g,h,i)perylen	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
* Summa övriga PAH	<0.30	ug/l			L
* VOC48	se kommentar				L

VOC: ej påvisade, se bilaga för ingående ämnen.

  
Torbjörn Synnerdahl

Ansvarig kemisk undersökare

# Analysrapport

# AnalyCen

AnalyCen AS  
Avd. Arendal  
Serviceboks 740  
4808 Arendal  
NORGE

Rapport utfärdad av  
ackrediterat laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory




Journalnr V001033-03  
Kundnr 8403610-492066  
Provtyp Övrigt vatten

Sida 1 (1)

Provets märkning 840-2 Bekk  
Provet ankom 2003-04-30  
Analysrapport klar 2003-06-02

Analysnamn	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	Ort
Benzo(a)antracen	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Krysen	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Benzo(b,k)fluoranten	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Benzo(a)pyren	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Dibenzo(a,h)antracen	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
* Summa cancerogena PAH	<0.2	ug/l			L
Naftalen	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Acenaftylen	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Fluoren	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Acenaften	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Fenantren	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Antracen	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Fluoranten	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Pyren	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
Benzo(g,h,i)perylen	<0.02	ug/l	± 15 % B		L
* Summa övriga PAH	<0.30	ug/l			L
* VOC48	se kommentar				L

VOC: ej påvisade, se bilaga för ingående ämnen.

  
Torbjörn Synnerdahl

Ansvarig kemisk undersökare

**INGÅENDE SUBSTANSER I VOC48 ANALYS**

Analysen utföres med Headspace-GC/MS

Rapporteringsgränser för vatten är 1 µg/l , för fasta prov 5 µg/kg

Klorerade substanser 38 komponenter	Aromatiska substanser 14 komponenter
Fluortriklorometan	bensen
1,1-dikloreten	toluen
diklorometan	etylbenzen
trans-1,2-dikloreten	m/p-xylen
1,1-dikloreten	o-xylen
2,2-diklorpropan	isopropylbenzen
cis-1,2-dikloreten	propylbenzen
bromklormetan	1,3,5-trimetylbenzen
triklorometan	tert-butylbenzen
1,1,1-trikloreten	1,2,4-trimetylbenzen
tetraklorometan	sec-butylbenzen
1,1-diklorpropen	p-isopropylbenzen
1,2-dikloreten	butylbenzen
trikloreten	naftalen
1,2-diklorpropan	
dibrommetan	
bromdiklorometan	
1,3-diklorpropen	
trans-1,3-diklorpropen	
1,1,2-trikloreten	
tetrakloreten	
1,3-diklorpropan	
dibromklormetan	
1,2-dibromoetan	
klorbensen	
1,1,1,2-tetrakloreten	
bromoform	
brombensen	
1,2,3-triklorpropan	
2-klortoluen	
4-klortoluen	
1,3-diklorbensen	
1,4-diklorbensen	
1,2-diklorbensen	
1,2,4-triklorbensen	
hexaklorbutadien	
1,2,3-triklorbensen	


**AnalyCen** 

 A/S AnalyCen  
 CVR nr. 17 14 86 72

 AnalyCen A/S  
 Serviceboks 740  
 4808 Arendal

 Journal nr.:  
 G203-04460  
 Side 1 af 1  
 08.05.2003 KAH  
 Direkte telefon til laboratoriet: 79 24 72 06

 Vesterballevej 4, DK-7000 Fredericia  
 Tlf. (+45) 75 94 50 30, fax (+45) 75 94 50 37

www.analycen.dk

Att: G. Pedersen

**Undersøgelse af Vand**
**Kunde sagnr:** 23408  
**Kunde sagnavn:** Bekk  
 Prøve modtaget: 30.04.2003 20:00  
 Analyse påbegyndt: 01.05.2003  
 Analyse afsluttet: 08.05.2003

 Løbenummer: 01 02  
 Prøve ID: 840-1 840-2

Undersøgelser	Metode	CV%	DL	Enhed	Resultater	
#C5-C8	KG.1A		5	µg/l	<5	<5
#>C8-C10	KG.1A		5	µg/l	<5	<5
#>C10-C12	KG.1A		9	µg/l	<9	<9
#C12-C16	KG.1A		9	µg/l	<9	<9
#>C16-C35	KG.1A		15	µg/l	<15	<15
Benzen	KG.1A		0,1	µg/l	0,13	0,69
Toluen	KG.1A		0,1	µg/l	0,50	2,5
Ethylbenzen	KG.1A		0,1	µg/l	<0,1	<0,1
M+P-xylen	KG.1A		0,1	µg/l	<0,1	1,6
O-xylen	KG.1A		0,1	µg/l	<0,1	1,2

GC-analyser er udført på vandfasen over sedimenteret prøve.  
 Identiteten af enkeltkomponenter, bestemt ved GC-FID-analyse, er baseret på stoffernes retentionstid.

Med venlig hilsen

  
 cand.scient. Karen Halling

CV%: Målesikkerhed DL: Detektionsgrænse  
 Undersøgelser mærket # er ikke omfattet af akkrediteringen.  
 Analyserapporten vedrører kun det prøvede emne. Analyserapporten må ikke gengives undtagen i sin helhed.

Norsk  
 Institutt  
 for  
 Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås  
 0411 Oslo  
 Tel: 22 18 51 00  
 Fax: 22 18 52 00

Navn **Stoainvest AS**  
 Adresse **Postboks 1503 Myrene  
 4801 ARENDAL**

# ANALYSE RAPPORT



<b>Deres referanse:</b> Eigil Birketveit	<b>Vår referanse:</b> Rekv.nr. 2003-944 O.nr. O 23408	<b>Dato</b> 2003-06-23
---	---	---------------------------

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater:

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Bekk 2	2003.04.29	2003.04.30	2003.05.23-2003.05.26
2	Bekk 1	2003.04.29	2003.04.30	2003.05.23-2003.05.26

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2
Polyklorertbifenyl	28 µg/kg	t.v. H 3-3	s0,38	<0,20
Polyklorertbifenyl	52 µg/kg	t.v. H 3-3	s0,46	i
Polyklorertbifenyl	101 µg/kg	t.v. H 3-3	0,39	<0,20
Polyklorertbifenyl	118 µg/kg	t.v. H 3-3	0,38	<0,20
Polyklorertbifenyl	105 µg/kg	t.v. H 3-3	0,21	<0,20
Polyklorertbifenyl	153 µg/kg	t.v. H 3-3	0,51	<0,20
Polyklorertbifenyl	138 µg/kg	t.v. H 3-3	0,71	<0,20
Polyklorertbifenyl	156 µg/kg	t.v. H 3-3	<0,20	<0,20
Polyklorertbifenyl	180 µg/kg	t.v. H 3-3	0,37	<0,20
Polyklorertbifenyl	209 µg/kg	t.v. H 3-3	<0,20	<0,20
<b>Sum PCB</b>	<b>µg/kg t.v. Beregnet*</b>		<b>s3,41</b>	<b>0</b>
<b>Seven Dutch</b>	<b>µg/kg t.v. Beregnet*</b>		<b>s3,2</b>	<b>0</b>
Penta-klorbenzen	µg/kg	t.v. H 3-3	s0,15	<0,10
Alfa-hexakl.cyclohex.	µg/kg	t.v. H 3-3	s1,2	<0,20
Hexa-klorbenzen	µg/kg	t.v. H 3-3	i	<0,10
Gamma-hexakl.cyclohex	µg/kg	t.v. H 3-3	<0,20	<0,20
Oktaklorstyren	µg/kg	t.v. H 3-3	s0,10	<0,10
4,4-DDE	µg/kg	t.v. H 3-3	<0,20	<0,20
4,4-DDD	µg/kg	t.v. H 3-3	<0,30	<0,30

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.

\* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

Sum PCB er summen av polyklorerte bifenyler som inngår i denne rapporten.

Seven dutch er summen av polyklorerte bifenyler 28,52,101,118,138,153 og 180.

## Norsk institutt for vannforskning

Helge Liltved  
 Forskningsleder

Norsk  
 Institutt  
 for  
 Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås  
 0411 Oslo  
 Tel: 22 18 51 00  
 Fax: 22 18 52 00

# ANALYSE RAPPORT



Navn **Stoainvest AS**  
 Adresse **Postboks 1503 Myrene  
 4801 ARENDAL**

Deres referanse:  
 Eigil Birketveit

Vår referanse:  
 Rekv.nr. 2003-944  
 O.nr. O 23408

Dato  
 2003-06-23

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater:

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Bekk 2	2003.04.29	2003.04.30	2003.05.23-2003.05.26
2	Bekk 1	2003.04.29	2003.04.30	2003.05.23-2003.05.26

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2
Polyklorertbifenyl	28 µg/kg t.v.	H 3-3	s0,38	<0,20
Polyklorertbifenyl	52 µg/kg t.v.	H 3-3	s0,46	i
Polyklorertbifenyl	101 µg/kg t.v.	H 3-3	0,39	<0,20
Polyklorertbifenyl	118 µg/kg t.v.	H 3-3	0,38	<0,20
Polyklorertbifenyl	105 µg/kg t.v.	H 3-3	0,21	<0,20
Polyklorertbifenyl	153 µg/kg t.v.	H 3-3	0,51	<0,20
Polyklorertbifenyl	138 µg/kg t.v.	H 3-3	0,71	<0,20
Polyklorertbifenyl	156 µg/kg t.v.	H 3-3	<0,20	<0,20
Polyklorertbifenyl	180 µg/kg t.v.	H 3-3	0,37	<0,20
Polyklorertbifenyl	209 µg/kg t.v.	H 3-3	<0,20	<0,20
<b>Sum PCB</b>	<b>µg/kg t.v. Beregnet*</b>		<b>s3,41</b>	<b>0</b>
<b>Seven Dutch</b>	<b>µg/kg t.v. Beregnet*</b>		<b>s3,2</b>	<b>0</b>
Penta-klorbenzen	µg/kg t.v.	H 3-3	s0,15	<0,10
Alfa-hexakl.cyclohex.	µg/kg t.v.	H 3-3	s1,2	<0,20
Hexa-klorbenzen	µg/kg t.v.	H 3-3	i	<0,10
Gamma-hexakl.cyclohex	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,20	<0,20
Oktaklorstyren	µg/kg t.v.	H 3-3	s0,10	<0,10
4,4-DDE	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,20	<0,20
4,4-DDD	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,30	<0,30

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.

\* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

Sum PCB er summen av polyklorerte bifenyler som inngår i denne rapporten.

Seven dutch er summen av polyklorerte bifenyler 28,52,101,118,138,153 og 180.

**Norsk institutt for vannforskning**

Helge Liltved  
 Forskningsleder