Longyearbyen I, Svalbard

Supplerende undersøkelse av forurensede lokaliteter

994070-1 16 mars 2000

Oppdragsgiver: **Store Norske Spitsbergen Kulkompani**

Kontaktperson: Ester Knudsen
Kontraktreferanse: Telefaks 1999-08-30

For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder: Jan Erik Sørlie

Rapport utarbeidet av: Gijs Breedveld
Martin Skedsmo

Kontrollert av: Anne Gunn Rike

Postal address: P. O. Box 3930 Ullevaal Stadion, N-0806 OSLO, NORWAY
Street address: Sognsveien 72, OSLO
Internet: http://www.ngi.no
Telephone: (+47) 22 02 30 00
Telefax: (+47) 22 23 04 48
e -mail: ngi@ngi.no
Postal account: 0814 51 60643
Bank account: 5096 05 01281
Business No.: 958 254 318 MVA

BS EN ISO 9001, Certified by BSI, Registration No. FS 32989

048 Bra-Trykk AS

Sammendrag

På bakgrunn av SFTs kartlegging av forurenset grunn, deponier og etterlatenskaper på Svalbard, har Norges Geotekniske Institutt på oppdrag fra Store Norske Spitsbergen Kullkompani A/S, gjennomført avklarende undersøkelser på 2 lokaliteter i Longyearbyen og supplerende undersøkelser på 5 lokaliter som var undersøkt i 1998.

Feltarbeidene ble utført i løpet av første halvdel av august, og analysearbeidene fortsatte til medio oktober. Undersøkelsesprogrammet besto av sjakting og skovlboring i det aktive laget med prøvetaking av jord og sigevann. Analyseprogrammet omfattet tungmetaller, PAH, PCB, BTEX og hydrokarboner.

Tabellen nedenfor viser en sammenstilling av hvilke tiltak som bør utføres.

Lok. nr.	Lokalitetsnavn	Supplerende undersøkelser	Tiltak	Omfang av videre arbeid
2110014	Gruve 1b	Nei	Grøfter og tilbakefylling med grov stein for tilførsel av nøytralt vann og utfelling.	Opsjon
2110022	Gruve 3	Nei	Kontrollere grøfter.	-
2110024	Gruve 3, tipp 3, Bjørndalen	Nei	Grøfter og tilbakefylling med grov stein for tilførsel av nøytralt vann og utfelling.	-
2110032	Gammel fylling	Nei	-	Overvåking neste år
2110036	Fylling i dal	Nei	Fjerning av skrot	-
(2110054)	Steintippdalen	Nei	pH justering av vannet	-

Det foreslås ikke å utføre videre feltundersøkelser bortsett fra en ny prøvetakingsrunde i overvåkingsbrønnene på den gamle fyllingen i Longyearbyen.

Det er foreslått en opsjon ved Gruve 1 b (Sverdrupdalen) på å se nærmere på utforming, tilbakefylling, pH avrenning og løst tungmetallinnhold.

048 Bra-Trykk AS

Innhold

1 INNLEDNING 4
1.1 Bakgrunn 4
1.2 Tidligere undersøkelser 5
1.3 Formålet med undersøkelsen 5
2 GRUVE 1B (LOK. NR. 2110014) 6
2.1 Situasjonsbeskrivelse 6
2.2 Prøvetaking og analyser 7
2.3 Vurdering av resultater 9
2.4 Anbefalinger 10
3 GRUVE 3 (LOK. NR. 2110022) 11
3.1 Situasjonsbeskrivelse 11
3.2 Prøvetaking og analyser 12
3.3 Vurdering av resultater 14
3.4 Anbefalinger 14
4 GRUVE 3, TIPP 3, BJØRNDALEN (LOK. NR. 2110024) 15
4.1 Situasjonsbeskrivelse 15
4.2 Vurdering av tiltak 16
5 GAMMEL FYLLING (LOK. NR. 2110032) 16
5.1 Situasjonsbeskrivelse 16
5.2 Prøvetaking og analyser 17
5.3 Vurdering av resultater 19
5.4 Anbefalinger 19
6 FYLLING I DAL (LOK. NR. 2110036) 19
6.1 Situasjonsbeskrivelse 19
6.2 Prøvetaking og analyser 19
6.3 Vurdering av resultater 21
6.4 Anbefalinger 21
7 STEINTIPPDALEN (LOK. NR. 2110054) 21
7.1 Situasjonsbeskrivelse 21
7.2 Prøvetaking og analyser 22
7.3 Vurdering av resultater 22
7.4 Anbefalinger 23
8 KONKLUSJON 23
9 REFERANSER 24

Bilag: Vedlegg A - Bilder fra lokalitetene
Vedlegg B - Analyseresultater vann- og jordprøver
Vedlegg C - Analysemetoder

Kontroll- og referanseside

048 Bra-Trykk AS

1 INNLEDNING

Sysselmannen på Svalbard har på oppdrag fra Statens Forurensningstilsyn gjennomført en kartlegging av forurenset grunn, deponier og diverse etterlatenskaper på Svalbard. Kartleggingen var basert på tilgjengelig informasjon og befaring. Lokalitetene ble gitt rang etter hvor høyt de bør prioriteres for nærmere undersøkelser og eventuelle tiltak (SFT, 1998).

På bakgrunn av dette har Store Norske Spitsbergen Kullkompani A/S i 1998 tatt ut 8 lokaliteter med hovedsakelig rang 1 og 2 (påvist forurensning, respektive mistanke om forurensning) for nærmere undersøkelse. Resultatene fra disse undersøkelsene viste at det var behov for supplerende undersøkelse på 3 av lokalitetene for å vurdere behov for og eventuelt omfang av tiltak (NGI, 1999). I tillegg har to nye lokaliteter blitt inkludert i årets undersøkelsesprogram.

1.1 Bakgrunn

Denne rapporten beskriver undersøkelser utført på følgende lokaliteter som er registrert i SFTs database over deponier og forurenset grunn (tabell 1 og fig. 1).

Tabell 1 Undersøkte lokaliteter og SFTs rangering

Lok. nr.	Lokalitetsnavn	Rang	Fylling	Forur. grunn	Etter-latenskap	Tidl.under-søkt
2110014	Gruve 1b	2	x		x	1998
2110022	Gruve 3	2	x		x	1998
2110024	Gruve 3, tipp 3, Bjørndalen	2	x			1998
2110032	Gammel fylling	1	x			1998
2110036	Fylling i dal	2	x		x	
(2110054) *	Steintippdalen					

* ny lokalitet ikke registrert i databasen hos SMS/SFT

Følgende rapporter er utarbeidet fra undersøkelsesrundene i 1999 på Svalbard:

994070-1 Supplerende undersøkelse av forurensede lokaliteter
Longyearbyen I
Utarbeidet for Store Norske Spitsbergen Kulkompani

994070-2 Supplerende undersøkelse av forurensede lokaliteter
Longyearbyen II
Utarbeidet for Svalbard Samfunnsdrift

994070-3 Supplerende undersøkelse av forurensede lokaliteter
Tvillingsvatnet, Ny Ålesund
Utarbeidet for Kings Bay AS

994070-4 Avklarende undersøkelse av forurensede lokaliteter
Svea
Utarbeidet for Store Norske Spitsbergen Kulkompani

048 Bra-Trykk AS

1.2 Tidligere undersøkelser

Undersøkelsene som ble gjennomført i 1998 hadde som formål å avdekke om de 8 undersøkte lokalitetene utgjorde en potensiell forurensningskilde. Undersøkelsene besto i prøvetaking av jord og grunnvann på et begrenset antall steder (NGI, 1999). Der det ble funnet tegn på en aktiv forurensningskilde ble det anbefalt å utføre supplerende undersøkelser (3 lokaliteter). For en fjerde lokalitet, gruve 3 tipp 3 Bjørndalen, var det behov for å utarbeide en tiltaksplan.

De viktigste data fra tidligere undersøkelser er inkludert i denne rapporten for å få et komplett bilde av forurensningssituasjonen.

1.3 Formålet med undersøkelsen

Formålet med de supplerende undersøkelsene er å dokumentere omfang og spredning av forurensning som har blitt påvist i tidligere undersøkelser. Resultatene skal danne grunnlag for å vurdere behov for tiltak. Der det er behov for tiltak skal omfang og innhold i alternative tiltak skisseres. Det skal videre identifiseres hvilken informasjon som er nødvendig for å kunne bestemme optimale tiltak utfra en vurdering av miljøgevinst, tilgjengelige ressurser og kostnader.

To lokaliteter, fylling i dal og Steintippdalen, har ikke tidligere blitt undersøkt. Her skal undersøkelsen avklare om fyllingene utgjør en kilde til forurensning, og om det er behov for supplerende undersøkelser.

048 Bra-Trykk AS

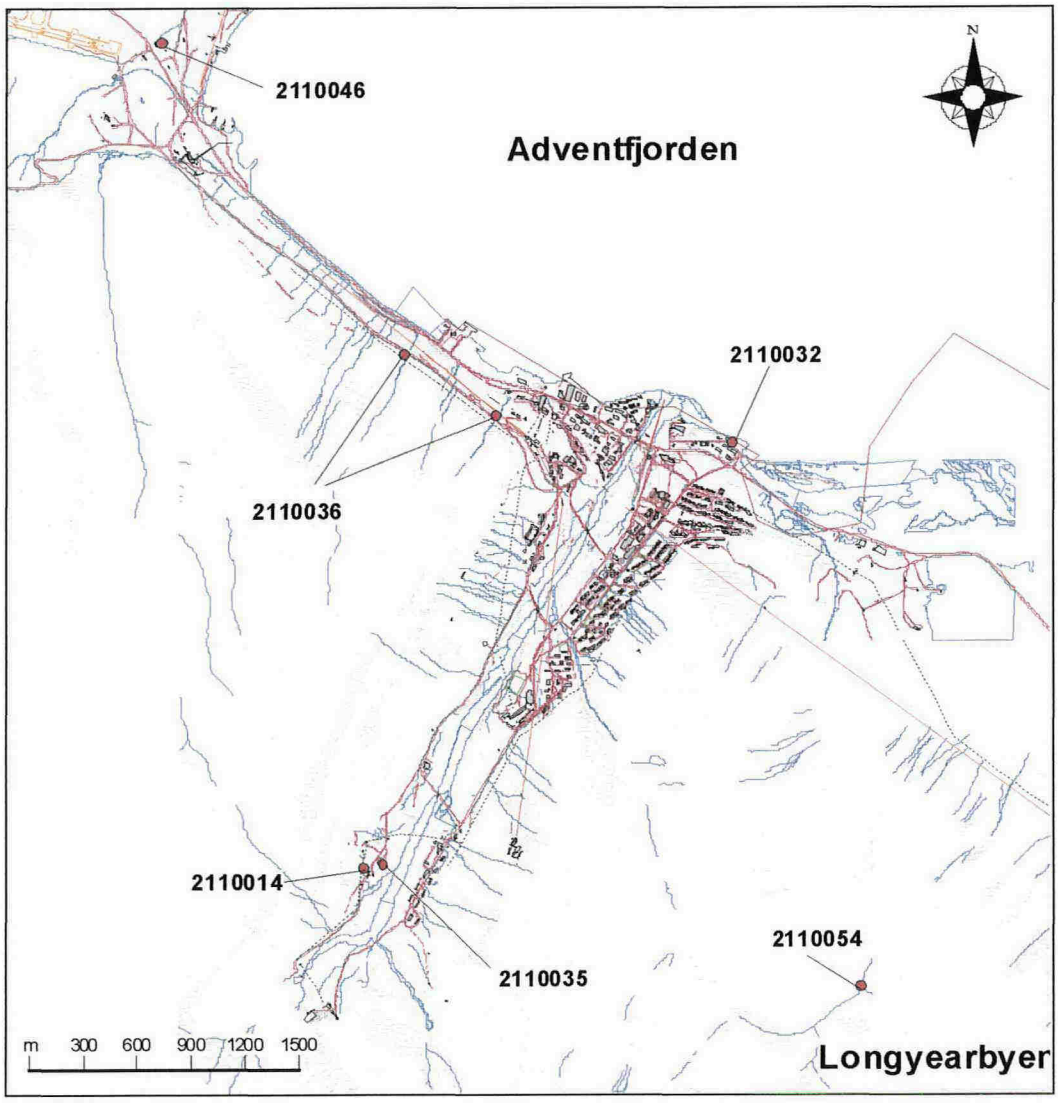


Fig. 1 Oversiktskart over Longyearbyen

2 GRUVE 1B (LOK. NR. 2110014)

2.1 Situasjonsbeskrivelse

Gruve 1b ble åpnet i 1939 og var i drift frem til 1958. Skeidesteintippen sør for gruveinngangen ligger i den bratte fjellsiden ovenfor Sverdrupbyen og Longyearelven. Tippen kan inneholde avfall utover trevirke og stein. Skeidesteinen kan gi sur avrenning pga. oksidasjon av sulfidmineraler og derved skade vegetasjonen. Sigevannsløpet langs fyllingsfoten er gulfarget, og det observeres gulbrun utfelling i nedre delen av sigevannsløpet. Lokalt er det klare tegn på vegetasjonsskade (vedlegg 1). Sigevannet drenerer direkte ut i Longyearelven.

048 Bra-Trykk AS

Fyllingen lengst nord viser mest blandet avfall fra rivning av gruveinngangen, og de to store tippene er typiske skeidesteintipper. Det er lite sigevann fra den nordligste tippen, og hovedmengden av sigevannet genereres fra skeidesteintippen.

2.2 Prøvetaking og analyser

I 1998 ble prøvetaking konsentret rundt fyllingsfoten ved skeidesteinstippen. I 1999-undersøkelsen ble pH-profilet langs sigevannsløpet kartlagt, og prøver ble tatt i nedre del av sigevannsløpet for å få oversikt over utfelling av metallene ved pH-økning. Jordprøvene ble tatt fra de øverste cm av sedimentet i sigevannsløpet. Prøvestedene er angitt i fig. 2 og beskrevet i tabell 2.

Tabell 2 Oversikt over prøvetakingssteder ved Gruve 1b

Prøve	Prøvetype	Beskrivelse	Analyser	
			pH/EC	Metaller
A	Vann	Sigevann fra gruveinngangen	X	
B	Vann	Sigevann nedenfor fylling med rivningsmasser	X	
C	Vann/jord	Sigevannsløp ved nordlige enden av skeidesteinstippen	X	X
D	Vann/jord	Sigevannsløp ved sørlige enden av skeidesteinstippen	X	X
E	Vann/jord	Sigevannsløp nedenfor skråningen med vegetasjonsskade	X	X
F	Vann/jord	Nedenfor første innblandingspunkt av uforurenset vann	X	X
G	Vann/jord	Nedenfor andre innblandingspunkt av uforurenset vann	X	X
H	Vann/jord	Sigevannsløp ved utløp i Longyearelven	X	X
I	Vann	Kilden til uforurenset vann	X	X

Analysemetodene er beskrevet i vedlegg C.

048. Bra-Trykk AS

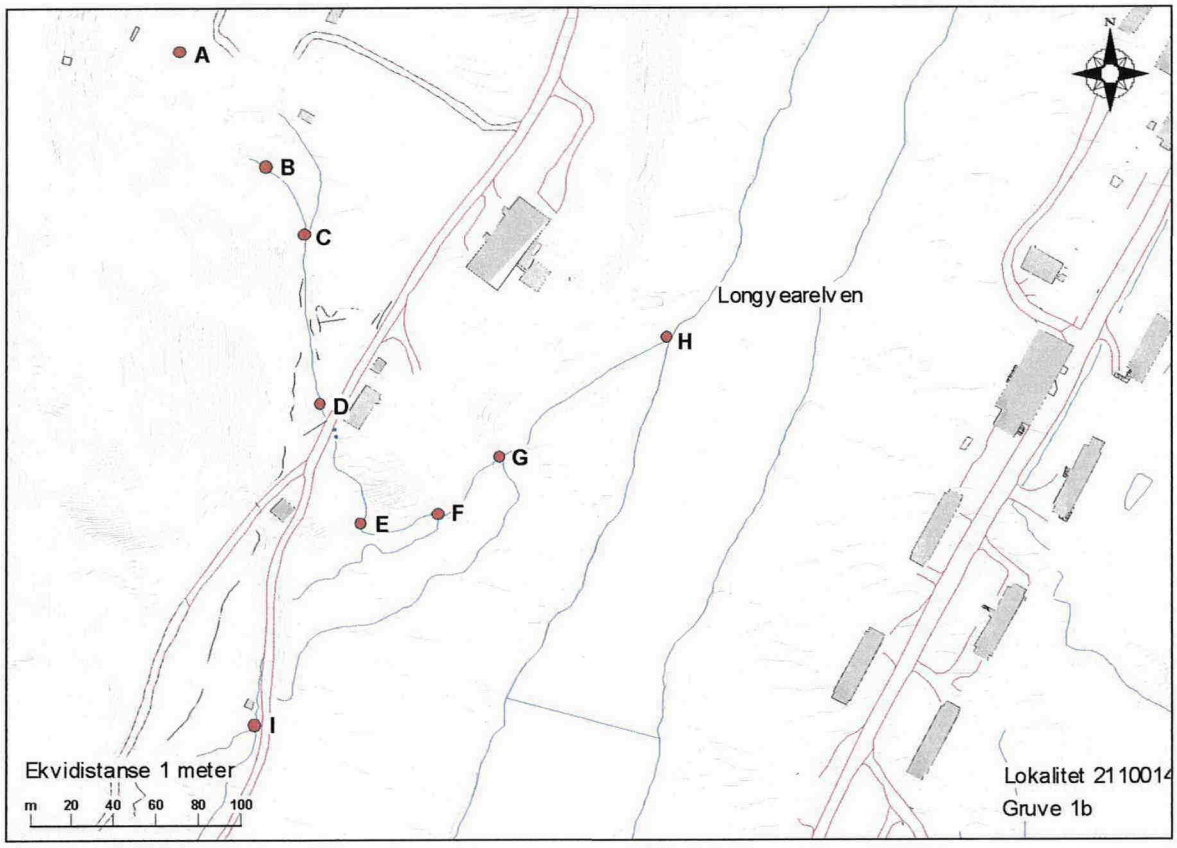


Fig. 2 Kartskisse Gruve 1 b

Vannprøvene har blitt analysert for pH og ledningsevne (EC) i felt. Profilet av pH og ledningsevne i sigevannsløpet uten nedbør og med nedbør er gitt i tabell 3. Utvalgte prøver har blitt analysert på innhold av 8 prioriterte tungmetaller, jern, aluminium og sulfat. En sammenstilling av analyseresultatene fra vannprøvene er gitt i tabell 4.

Tabell 3 pH og ledningsevne i sigevannet ved tørt vær og under en nedbørsperiode ved Gruve 1b

Prøvested	13.08.99 tørt		14.08.99 nedbør	
	pH	EC (µS/cm)	pH	EC (µS/cm)
A	4,27	688	i.a.	i.a.
B	3,81	1077	i.a.	i.a.
C	3,51	1162	i.a.	i.a.
D	2,73	3290	i.a.	i.a.
E	2,74	3370	2,80	3260
F	2,73	3420	2,97	1960
G	2,73	3410	3,04	1594
H	Ingen vann		3,53	369
Longyearelven	i.a.	i.a.	6,33	170

048. Bra-Trykk AS

Tabell 4 *Sammendrag av analyseresultatene fra vannprøvene tatt ved Gruve 1b i 1998 og 1999 (i µg/l hvis ikke annet er angitt)*

Parameter	C/D	D	E	G		H	I
	1998	1998	1999	99-1	99-2*	1999*	1998
pH	2,68	2,60	2,74	2,73	3,04	3,53	6,00
EC (µS/cm)	2480	3410	3370	3410	1594	369	62
Krom	36	105	82	98	41	9,3	7,2
Nikkel	510	1.150	1.250	1.450	520	68	< 5,0
Kobber	260	660	540	600	210	25	< 5,0
Sink	1.800	3.700	4.400	5.000	1.800	200	23
Arsen	< 5,0	11,0	17,5	16,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Kadmium	< 0,4	2,5	6,4	7,5	2,3	0,6	< 0,4
Bly	11,5	18,5	22	20,0	8,8	< 5,0	< 5,0
Kvikksølv	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Al (mg/l)	35	86	75	94	34	4,3	< 0,1
Fe (mg/l)	165	320	370	370	130	12,5	< 0,1
SO_4 (mg/l)	1.800	3.100	4.100	4.300	1.500	200	105

* prøvene tatt under nedbørsperioden

Jord/sedimentprøvene har blitt analysert på tungmetaller (8 prioriterte). Et sammendrag av analyseresultatene er gitt i tabell 5.

Tabell 5 *Sammendrag av analyseresultatene fra jord/sedimentprøvene tatt ved Gruve 1b (i mg/kg tørrstoff)*

Parameter	C	D	E	G	H
	1998	1998	1999	1999	1999
Krom	14	15	14	20	28
Nikkel	7,5	7,9	10,0	10,5	15,5
Kobber	18,0	12,0	11,5	< 5,0	< 5,0
Sink	45	39	48	71	60
Kadmium	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Bly	17	18	15	23	20
Arsen	27	56	36	78	31
Kvikksølv	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

2.3 Vurdering av resultater

Analyseresultatene fra både 1998 og 1999 viser at sigevannet fra Gruve 1b er svært surt. pH varierer fra 4,3 ved gruveinngangen til 2,7 ved nedre enden av skeidesteinstippen (tabell 3). Dette viser tydelig at skeidesteinstippen er hoved-kilden til sur avrenning og ikke sigevannet fra gruven. Uten nedbør holder pH seg konstant i nedre delen av sigevannsløpet. I 1980 og 1988 ble pH målt fra 2,4 til 3,3 (Låg, 1980, 1988). Dette viser at det har vært ubetydelige endringer i sur avrenning siden 1980. Sannsynligvis har avrenningen vært uforandret siden

048. Bra-Trykk AS

3,3 (Låg, 1980, 1988). Dette viser at det har vært ubetydelige endringer i sur avrenning siden 1980. Sannsynligvis har avrenningen vært uforandret siden gruven ble avsluttet på slutten av 50-årene. Innholdet av tungmetaller er høyt, spesielt kobber, nikkel og sink. Også innholdet av jern, aluminium og sulfat er svært høyt.

Under nedbørsperioden øker pH som følge av tilførsel av rent vann i punkt F og G (tabell 3). Vannet blir da overmettet med hensyn til $Fe(OH)_3$. Dette observeres som en rødbrun blakking av vannet i nedre delen av sigevannsløpet. Jernhydroksyder feller ut på bunnen av sigevannsløpet som vises som et rødbrunt belegg (vedlegg A).

Tungmetallkonsentrasjonen i vannet går sterkt ned under en nedbørsperiode (jfr. G 99-1 og G 99-2 i tabell 4). Dette vises også i fig. 3. Hvorvidt dette er et resultat av utfelling av tungmetallene sammen med jernhydroksid er undersøkt ved å analysere sedimentene i sigevannsløpet (tabell 5). Innholdet av sink og arsen viser en klar økt konsentrasjon i sedimentet ved punkt G. Ved punkt H observeres en liten økning i krom- og nikkelinnholdet. Nærmere analyse av dataene fra vannprøve G 99-1 og G 99-2 viser at ren fortynning ikke kan forklare nedgangen i tungmetallinnholdet. Mens pH og ledningsevne viser at det skjer en ca. 1:1-innblanding av uforurenset vann (fortynningsfaktor på 2), viser nikkel, kobber og sink at konsentrasjonen går ned med en faktor på 3.

Basert på de tilgjengelige data kan det ikke utelukkes at sigevann med høyt tungmetallinnhold kan nå Longyearelven i perioder.

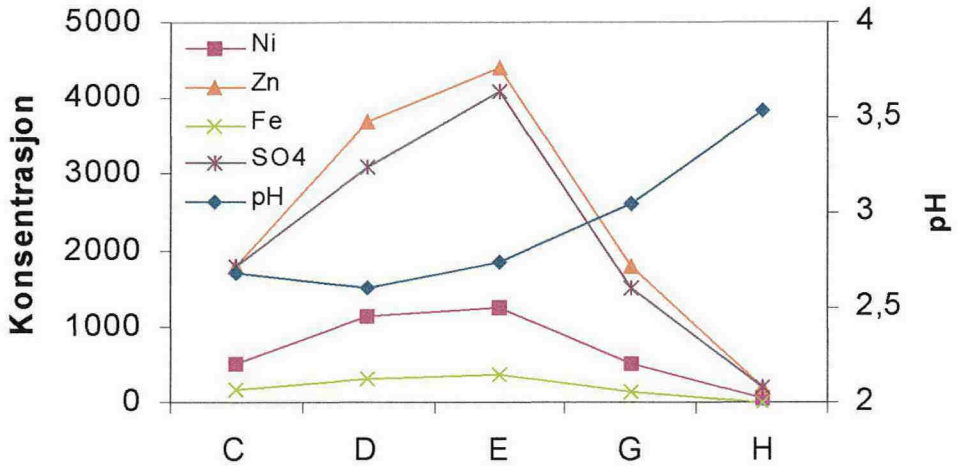


Fig. 3. pH og konsentrasjon av nikkel og sink (µg/l) samt jern og sulfat (mg/l) langs sigevannsløpet under en nedbørsperiode

048. Bra-Trykk AS

2.4 Anbefalinger

Det anbefales å utføre tiltak for å hindre at sigevann fra skeidesteinstippen med høyt tungmetallinnhold kan nå Longyearelven. Samtidig ønskes å redusere vegetasjonsskade i skråningen mellom punkt D og E. De anbefalte tiltak består i å etablere en kalksteinfylt grøft i foten av skeidesteinsfyllingen samt øke innblanding av rent vann nedenfor skråningskanten ved punkt E. En skisse av de foreslåtte tiltak er vist i fig. 4. Ønsker man å avklare den optimale utformingen av tiltaket anbefales det å utføre forsøk i laboratorieskala for å studere sammenhengen mellom pH i avrenningen og løst tungmetallinnhold. Dette kunne være en hovedoppgave for f. eks. en student ved UNIS.

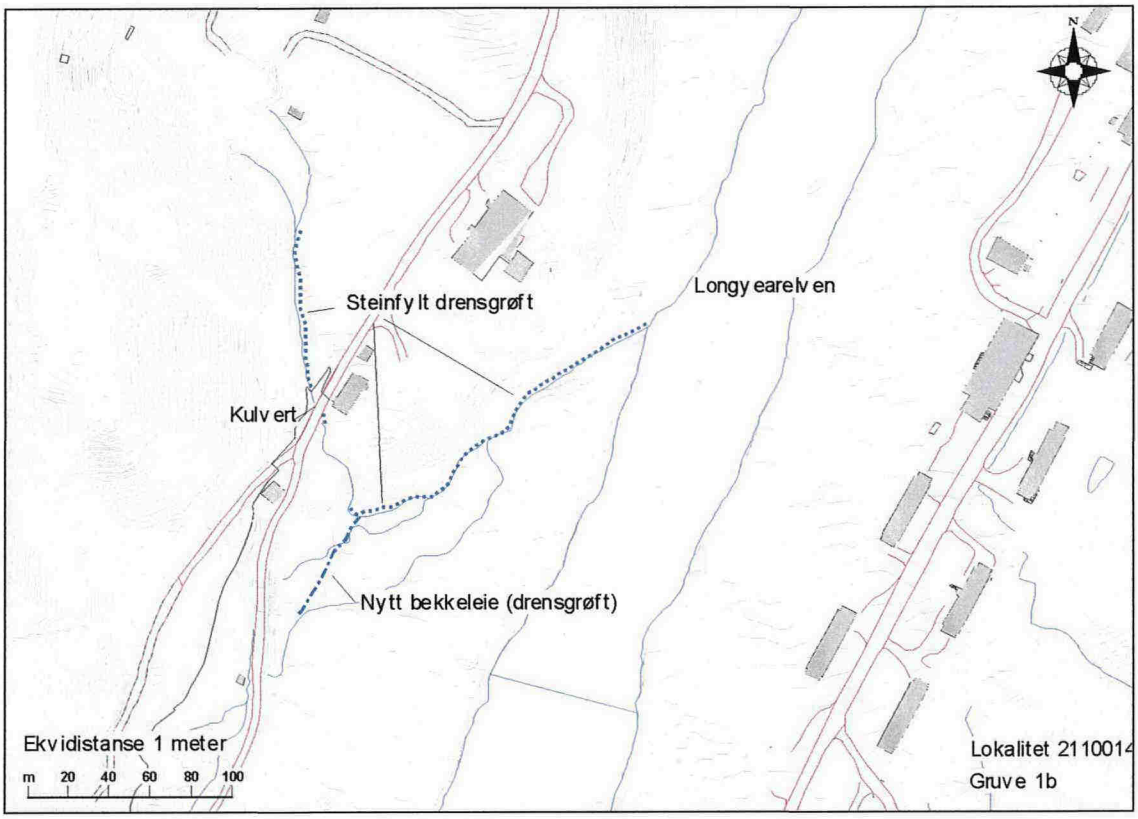


Fig. 4 Oversikt over foreslåtte tiltak for å øke pH i sigevannet ved Gruve 1b og redusere avrenning av tungmetaller til Longyearelven

3 GRUVE 3 (LOK. NR. 2110022)

3.1 Situasjonsbeskrivelse

Gruve 3 ble åpnet i 1969 og avsluttet i 1996. Skeidesteintippene fra Gruve 3 ligger i den bratteste delen av skråningen under fjellfoten sørvest for flyplassbygningene. Helningen avtar mot nord nedover mot rullebanen. Skeidestein og

048 Bra-Trykk AS

Vegetasjonsskade er synlig i skråningen nedenfor tippene (vedlegg 1). Løsmassene består av siltig og leirig morene med mye stein. Massene er tette.

3.2 Prøvetaking og analyser

I 1998 ble prøvetakingen konsentret rundt utløpet av gruvevann og den østlige delen av gruvefyllingen. I 1999-undersøkelsene ble den nordlige delen av fyllingsfoten av skeidesteinstippene undersøkt samt bekkeløpet som drenerer vannet nordover. Prøvestedene er vist i fig. 5 og beskrevet i tabell 6.

Tabell 6 Oversikt over prøvetakingssteder ved Gruve 3

Prøve	Prøvetype	Beskrivelse	Analyser	
			pH/EC	Metaller
A	Vann	Sigevann fra gruvefyllingen	X	X
B	Vann	Bekkevann fra kulvert ved veien	X	X
C	Jord	Nedenfor gruvefyllingen, toppsjikt 0-5 cm leirig silt med humus.		X
D	Jord	Nedenfor gruvefyllingen, toppsjikt 0-5 cm leirig morene med humus og kullstøv.		X
E	Jord	Nedenfor gruvefyllingen, morenemasser 20 cm under kullstøv/humus laget.		X
F	Vann	Sigevannsløp mellom gruvefyllingen og skeidesteinstipp	X	X
G	Vann	Sigevann ved nordenden av skeidesteinstippen	X	X
H	Vann	Sigevannløp langs vestsiden av skeidesteinstippen	X	X
I	Sediment	Bekkesediment ved innblandingspunkt av drenasje fra gruvefyllingen		X
J	Sediment	Bekkesediment ved innblandingspunkt av drenasje fra sigevann fra skeidesteinstippen		X
K	Sediment	Sediment i bekkeløpet som drenerer mot flyplassen		X

048. Bra-Trykk AS

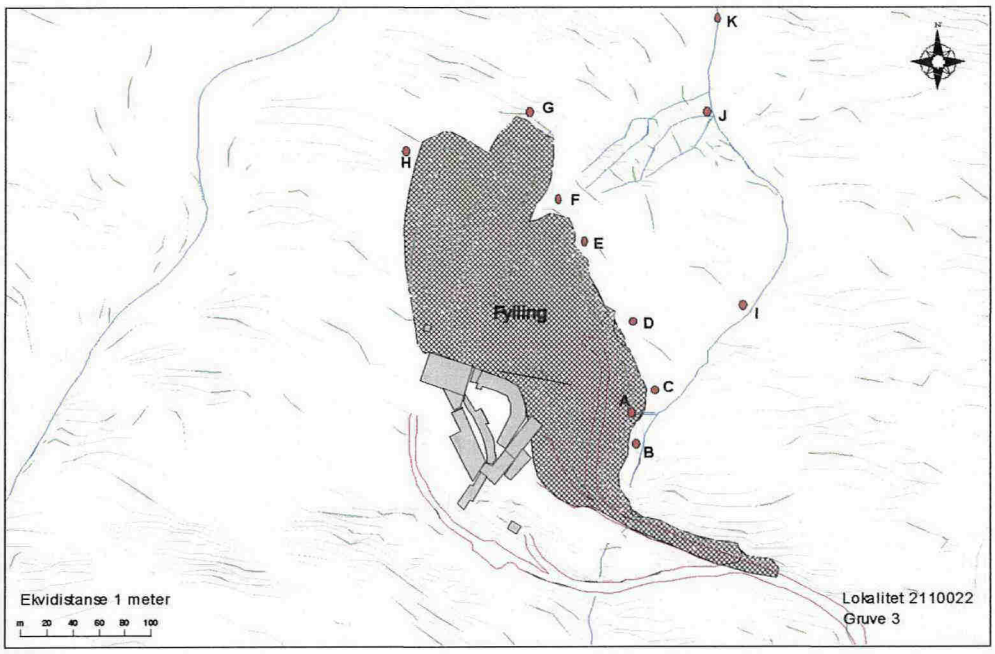


Fig. 5 Kartskisse over gruve 3

Vannprøvene er analysert på pH og ledningsevne i felt, tungmetaller (8 prioriterte), jern, aluminium og sulfat. Et sammendrag av analyseresultatene fra vannprøvene er gitt i tabell 7.

Tabell 7 Sammendrag av analyseresultatene fra vannprøvene tatt ved Gruve 3 (i µg/l hvis ikke annet er angitt)

Parameter	A	B	F	G	H	K
	1998	1998	1999	1999	1999	1999
pH	3,16	4,55	2,96	3,00	2,87	5,19
EC (µS/cm)	3580	357	4870	1744	2640	385
Krom	41	7,0	78	19,0	78	
Nikkel	1.350	43	3.300	480	1.900	
Kobber	560	< 5,0	1.500	190	430	
Sink	4.000	130	18.500	1.700	6.100	
Arsen	< 5,0	< 5,0	18,0	< 5,0	< 5,0	
Kadmium	11,0	0,9	30	5,3	14,5	
Bly	7,3	< 5,0	14,5	< 5,0	7,7	
Kvikksølv	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Al (mg/l)	86	1,4	135	5,4	110	
Fe (mg/l)	62	0,1	190	39	105	
SO_4 (mg/l)	3.200	260	7.400	1.350	3.300	

Jordprøvene er analysert på tungmetaller (8 prioriterte). En sammenstilling av analyseresultatene er gitt i tabell 8.

048. Bra-Trykk AS

Tabell 8 *Sammendrag av analyseresultatene fra jordprøvene tatt ved Gruve 3 (i mg/kg tørrstoff)*

Parameter	C	D	E	I	J	K
	1998	1998	1998	1999	1999	1999
Krom	13	39	16	11	13	12
Nikkel	8,1	27	9,7	12,0	17,0	13,0
Kobber	18,0	50	11,5	12,0	12,0	13,5
Sink	37	115	33	39	62	50
Kadmium	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Bly	12	22	11	10	< 10	11
Arsen	19,0	36	11,5	14,0	17,0	15,0
Kvikksølv	< 0,1	< 0,1	0,13	< 0,1	< 0,1	< 0,1

3.3 Vurdering av resultater

Sigevannet fra skeidesteinstippen viser lav pH og høyt innhold av tungmetaller (nikkel, kobber og sink), aluminium, jern og sulfat, som er typisk for sur avrenning. Problemet er konsentret rundt punkt F midt mellom gruvefyllingen og steintippen. Men også avrenningen fra vestsiden av steintippen viser høye tungmetallinnhold. Sigevannet fra oppstillingsplassen ved gruveinngangen (prøve A) ligger på samme nivå som ved vestsiden avsteintippen (prøve H). Kjemisk sammensetning av sigevannet er stort sett identisk med sigevannet fra Gruve 1b. Vannprøve fra bekkeløpet forbi fyllingen (prøve B og K) viser økte pH-verdier og lave innhold av tungmetaller. Dette viser at sigevannet fra tippen er kraftig fortynnet på grunn av at denne bekken drenerer et stort nedslagsfelt oppstrøms elven. pH-økningen kan være årsaken til tungmetallutfelling slik det ble observert ved Gruve 1b. Analyse av jord- og sedimentprøvene viser bare forhøyede verdier av tungmetaller i grunnen rett nedenfor fyllingsfoten (prøve D). Bekkesedimentet viser igjen økning i tungmetallinnholdet.

De tette morenemassene gir liten mulighet til grunnvannsstrømning i det aktive laget. Transport av sigevann fra fyllingene under smelteperioden vil foregå på overflaten. Dette vises synlig i vegetasjonen som har fått en grålig farge der sigevannet fra steintippen renner nedover.

3.4 Anbefalinger

Resultatene fra 1999-undersøkelsene viser at sur avrenning er et større problem ved Gruve 3 enn antatt basert på målingene fra 1998. Til tross for dette er det ikke funnet spredning av tungmetaller i bekkesedimentene. Avrenningen fra gruvetippene har ført til synlig vegetasjonsskade. For å redusere vegetasjonsskaden anbefales at det utarbeides en kontrollert drenasje fra fyllingene samtidig som muligheter for sur-nøytralisering vurderes.

048. Bra-Trykk AS

4 GRUVE 3, TIPP 3, BJØRNDALEN (LOK. NR. 2110024)

4.1 Situasjonsbeskrivelse

Tippen ble startet i 1969, og Gruve 3 var drevet ut i 1996. Gruven vurderes fredet som kulturminne.

Området innbefatter to gruveinnganger, bygninger og steintipp som inneholder grovavfall. Det er lagret skrot og støpejernsrør på området. Skeidesteinfyllingen ligger i en slak skråning under fjellet forholdsvis nær elven. Vegetasjonen nedenfor tippen i sigevannsløpene er skadet av avrenningen.

Løsmassene består av leirig og sandig morene med mye stein.

Under driften av gruve 3 ble store mengder med tunnelvann pumpet ut. Dette grunnvannet var basisk (pH > 8) pga. høyt kalkinnhold, og påvirket sigevannet fra tippen. I dag, uten drift, foregår det ingen pumping, og avrenningen fra fyllingen har blitt sur, med høyt innhold av tungmetaller, jern, aluminium og sulfat (tabell 9). Situasjonen er dermed svært lik Gruve 1b og Gruve 3.

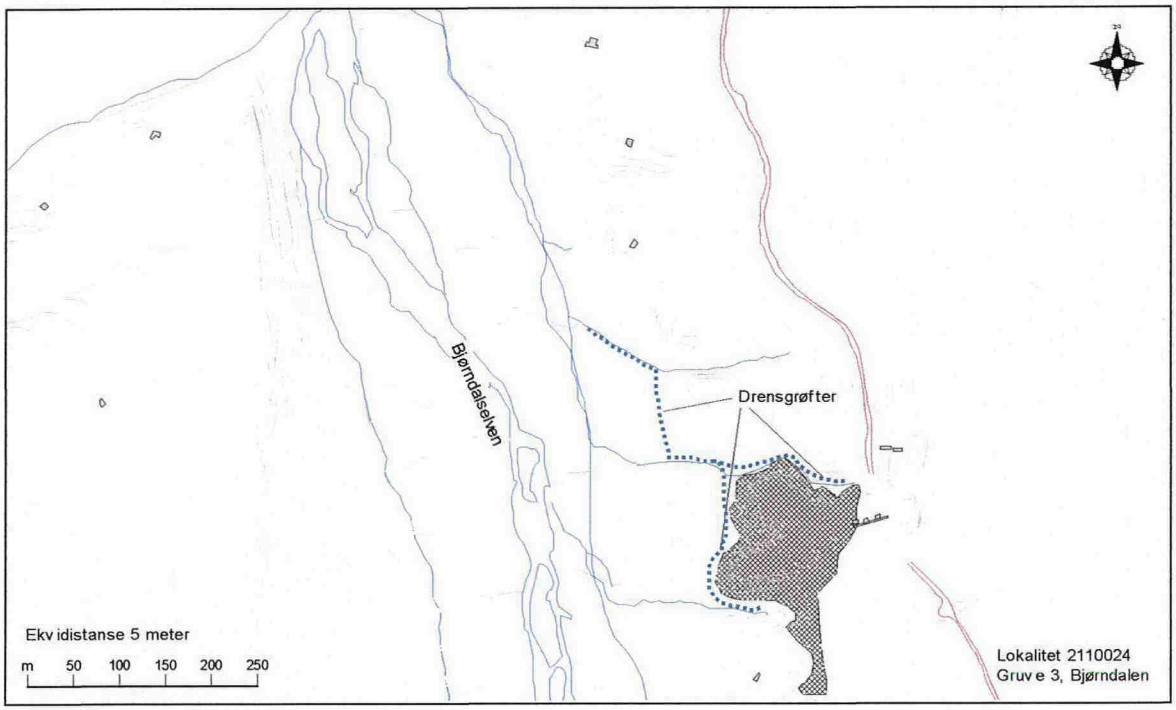


Fig. 4 Kartskisse over Gruve 3, tipp 3, Bjørndalen

048 Bra-Trykk AS

Tabell 9 *Sammendrag av analyseresultatene fra vannprøvene tatt ved Gruve 3, tipp 3 Bjørndalen i 1998 (i µg/l hvis ikke annet er angitt)*

Parameter	A	B
pH	3,60	3,09
EC (µS/cm)	1468	655
Krom	8,7	4,6
Nikkel	590	175
Kobber	62	59
Sink	2.400	800
Arsen	< 5,0	< 5,0
Kadmium	2,9	1,1
Bly	< 5,0	< 5,0
Kvikksølv	< 0,05	< 0,05
Al (mg/l)	6,4	4,6
Fe (mg/l)	16,0	9,7
SO_4 (mg/l)	890	300

4.2 Vurdering av tiltak

For å redusere vegetasjonsskade som har oppstått nedenfor fyllingen anbefales at det etableres en kontrollert drenasje fra fyllingen. Foreslått drenasjevei er angitt i fig. 6. Drenasjeveien foreslås etablert som grøfter. Der grøfter viser seg å være lite stabile i et permafrostpreget miljø, anbefales at grøftene fylles med grov stein som stabiliserer grøftekanten. Ved å bruke kalkstein til dette formålet oppnås i tillegg en nøytralisering av sigevannet før det når Bjørndalselven.

5 GAMMEL FYLLING (LOK. NR. 2110032)

5.1 Situasjonsbeskrivelse

Fyllingenen er 5 til 7 m høy og ligger i sjøkanten lengst sørøst i Longyearbyen. Området brukes idag som opplag og lagertomt for forretnings- og lettindustrien like innenfor. Plasthaller, containere og motorkjøretøyer er oppstilt, samt en del hensatt skrot. I den gamle fyllingen ble kommunalt og industrielt avfall deponert og til dels brent. Diverse spesialavfall inngår i dette. Den gamle fyllingen er tildekket med løsmasser, og bølgeerosjon av sjøkanten er søkt forhindret ved å legge ut grov blokk fra en kjørevei i strandsonen. Fyllingskanten mot sjøen er ca. 300 m lang og er eksponert for tidevannet som "pumpes" inn og ut av fyllingen. Tidevannsforskjellen er på det meste 1 m. Det er ingen visuelle spor av forurensning til sjøen.

048 Bra-Trykk AS

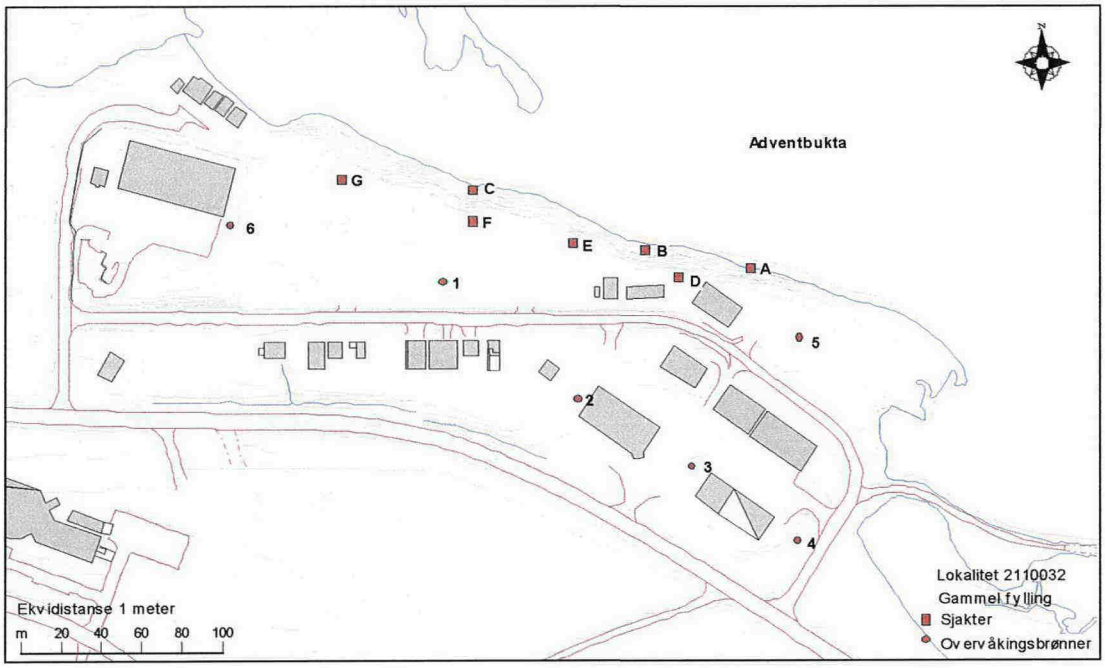


Fig. 7 Kartskisse over gammel fylling, Longyearbyen

5.2 Prøvetaking og analyser

I 998 ble fyllingen undersøkt ved sjakting i fyllingsfoten på sjøsiden. Dette gav ikke tilstrekkelig avklaring over mulig avrenning av forurensning fra fyllingen. Derfor ble det etablert overvåkingsbrønner for sigevann i fyllingen. Brønnplasseringen er vist i fig. 7, utformingen er beskrevet i tabell 10.

Tabell 10 Oversikt over prøvetakingssteder ved gamle fyllingen.

Prøve	Prøvetype	brønndata (m)*		Kommentar
		filterdybde	vannstand	
A	Sjakt 1998	i.a.	i.a.	Sterk tidevannspåvirkning
B	Sjakt 1998	i.a.	i.a.	Sterk tidevannspåvirkning
C	Sjakt 1998	i.a.	i.a.	Sterk tidevannspåvirkning
1	Brønn	1,40	1,35	God tilstrømning
2	Brønn	1,53	1,30	Dårlig tilstrømning
3	Brønn	1,53	1,20	God tilstrømning
4	Brønn	1,12	0,40	God tilstrømning
5	Brønn	1,70	1,44	God tilstrømning
6	Sigevann	i.a.	i.a.	Ansamling i fyllingsfoten

* angitt som meter under terreng målt 13.08.99

Vannprøvene ble analysert på et bredt spekter av stoffer, tungmetaller, aromatiske hydrokarboner (BTEX+naftalen), mineralolje, PAH og klorerte pesticider og PCB (OCB+PCB). Et sammendrag av analyseresultatene fra vannprøvene er gitt i tabell 11 og 12, for detaljer av analysene utført i 1999 henvises til vedlegg B.

048 Bra-Trykk AS

Tabell 11 *Sammendrag av analyseresultatene fra vannprøvene tatt i sjakter ved strandkanten i 1998 (i µg/l hvis ikke annet er angitt).*

Parameter	A	B	C
pH	7,12	8,24	7,87
EC (µS/cm)	13840	25100	20200
Krom	6,2	11,0	1,7
Nikkel	18,0	5,3	< 5,0
Kobber	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Sink	44	50	70
Arsen	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Kadmium	0,8	< 0,4	< 0,4
Bly	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Kvikksølv	< 0,05	< 0,05	< 0,05
BTEX	<1,2	<1,2	< 1,2
Min. olje	<50	<50	4.400
PAH	<0,6	<0,6	0,9
PCB	<0,08	<0,08	<0,08

Tabell 12 *Sammendrag av analyseresultatene fra vannprøvene tatt i brønner i 1999 (i µg/l hvis ikke annet er angitt)*

Parameter	1	2	3	4	5	6
pH	6,75	6,67	6,81	5,85	7,25	7,40
EC (µS/cm)	4320	3040	3900	2760	2880	1088
O_2 (mg/l)	5,2	9,7	6,7	1,9	7,0	i.a.
Temperatur (°C)	3,1	2,9	2,2	3,8	2,9	i.a.
Krom	< 1,0	8,4	3,4	5,1	11,0	< 1,0
Nikkel	27	7,8	5,7	115	< 5,0	< 5,0
Kobber	< 5,0	< 5,0	< 5,0	12,5	< 5,0	< 5,0
Sink	< 10	< 10	< 10	280	< 10	< 10
Arsen	< 5,0	< 5,0	< 5,0	5,9	< 5,0	8,5
Kadmium	< 0,4	< 0,4	< 0,4	0,6	< 0,4	< 0,4
Bly	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Kvikksølv	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ammonium (mg/l)	0,4	0,3	< 0,1	6,3	0,5	3,5
Nitrat (mg/l)	< 0,5	59	3,9	0,8	1,6	0,6
BTEX	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2
VOCl	0,5*	<1,8	<1,8	<1,8	0,4*	<1,8
Min. olje	<50	<50	<50	<50	<50	<50
PAH	i.a.	i.a.	<0,6	<0,6	i.a.	<0,6

* Trikloretan er påvist i angitt konsentrasjon

048. Bra-Trykk AS

5.3 Vurdering av resultater

Under installasjonsarbeidet av brønnene i august 1999 ble det oppdaget at størstedelen av fyllingen er frosset. Selv den relativt nye delen av fyllingen på vestsiden var frossen. Spesielt langs sjøsiden av fyllingen kunne dybden til permafrost lokalt være så liten som 0,5 m. Vann ble ikke observert i sjakten i denne delen av fyllingen. Terrenget i den sørlige delen av fyllingen ligger litt lavere enn den nordlige delen langs fjorden. Der er i disse lavere partier at sigevann ble observert og brønnene installert.

Prøvene tatt i 1998 viste høye oljekonsentrasjoner i vannet i en av sjaktene. Resultatene fra sigevannsprøvene tatt i brønner viser innhold av næringsstoffer og redusert oksygeninnhold, som er vanlig ved søppelfyllinger. Brønn 4 er i tillegg påvirket av en lekkasje fra kloakkledningen i området. Ingen spor av miljøgifter ble funnet, med unntak av nikkel og sink i brønn 4 og spor av trikloretan i brønn 1 og 5.

5.4 Anbefalinger

Opplysninger som foreligger tyder med stor sikkerhet på at det har blitt deponert spesialavfall i fyllingen. Undersøkelsene som har blitt utført viser ingen tegn på at disse miljøgifter transporteres med sigevannet. Frysing av fyllingsmaterialet har vært en effektiv stabiliseringsprosess. Det anbefales at det tas en årlig runde med kontrollprøver i de 5 installerte brønnene for å bekrefte at fyllingen er så stabil som antatt. For å sikre at fyllingen holder seg stabil fremover bør det tas hensyn til tilstrekkelig overdekning av fyllingsmassene. Også ved fremtidig arealbruksendring, som for eksempel bebyggelse, bør det tas hensyn til isolasjonskrav for å hindre opptining av fyllingsmassene.

6 FYLLING I DAL (LOK. NR. 2110036)

6.1 Situasjonsbeskrivelse

Den gamle veien fra Longyearbyen til flyplassen krysser tre bekkeløp. Nedenfor første og tredje bru ligger det en del gamle metallrester og annet avfall (vedlegg 1). Fyllingsmaterialet fyller bekkeløpet, og det er tegn på overflateerosjon. Bekkene drenerer mot Adventfjorden. Det er mistanke om deponert spesialavfall, og lokaliteten er rangert som rang 2 - Behov for undersøkelser.

6.2 Prøvetaking og analyser

Fyllingen i bekk 1 og 3 har blitt undersøkt ved å ta prøver fra vannet i bekkene både oppstrøms og nedstrøms for fyllingene (fig. 8). Prøvene har blitt analysert på pH og ledningsevne i felt, samt innhold av tungmetaller, jern og sulfat.

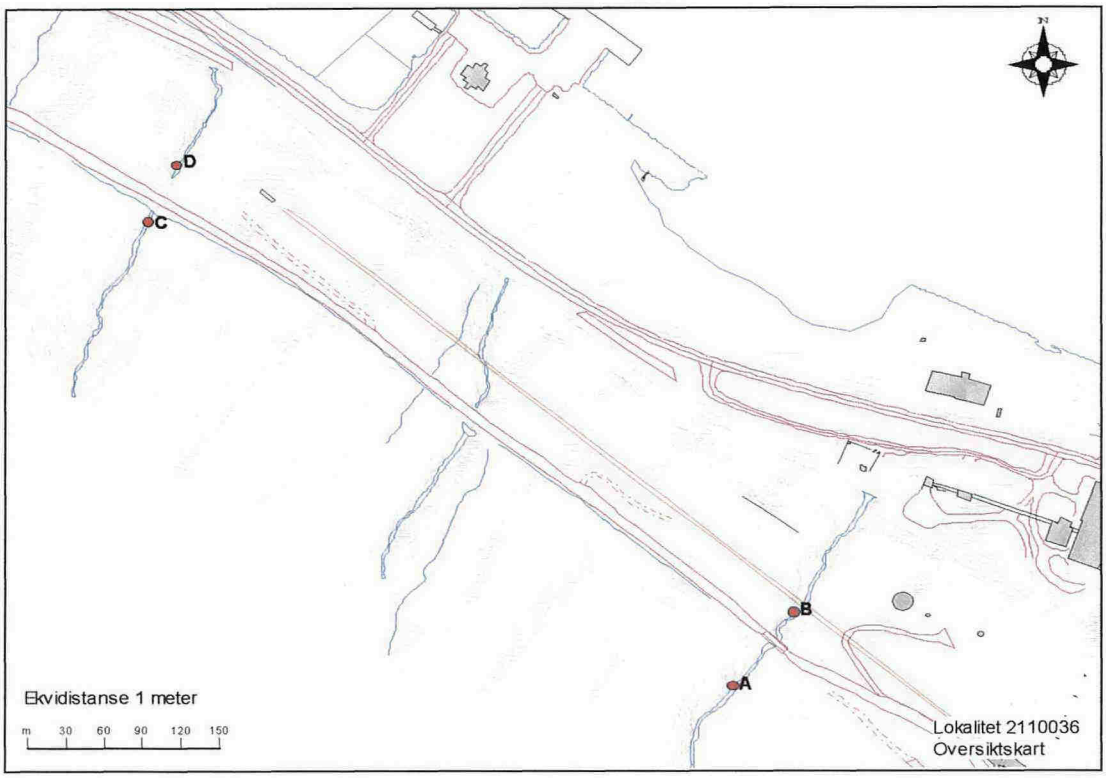
048 Bra-Trykk AS

Tabell 13 Oversikt over prøvetakingssteder ved fylling i dal

Prøve	Prøvetype	Beskrivelse	Analyser	
			pH/EC	Metaller
A	Vann	Oppstrøms for fyllingen i bekk 1	X	X
B	Vann	Nedstrøms for fyllingen i bekk 1	X	X
C	Vann	Oppstrøms for fyllingen i bekk 3	X	X
D	Vann	Nedstrøms for fyllingen i bekk 3	X	X

Tabell 14 Sammendrag av analyseresultatene fra vannprøvene tatt i bekkene (i µg/l hvis ikke annet er angitt)

Parameter	Bekk 1		Bekk 3	
	A	B	C	D
pH	6,35	6,25	6,75	6,62
EC (µS/cm)	127	167	204	281
Krom	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Nikkel	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Kobber	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Sink	< 10	< 10	< 10	< 10
Arsen	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Kadmium	< 0,4	0,4	< 0,4	< 0,4
Bly	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Kvikksølv	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Aluminium (mg/l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Jern (mg/l)	0,3	< 0,1	0,1	< 0,1
Sulfat(SO4) (mg/l)	30	48	53	105



048.Bra-Trykk AS

6.3 Vurdering av resultater

Visuell inspeksjon av fyllingen viser at den hovedsakelig består av rivningsmaterialet (trevirke, stein) og jernskrap. Ingen antydning til deponert olje eller andre kjemikalier ble observert. Analyseresultatene viser ingen tegn på tungmetallforurensning. Det er bare en svak økning i sulfatinnholdet nedenfor begge fyllingene kombinert med en økning i ledningsevne og en svak senkning av pH. Dette er sannsynligvis forårsaket av deponert kull eller skeidestein i fyllingene. De observerte endringene har ingen konsekvenser for miljøet.

6.4 Anbefalinger

Undersøkelsene av fyllingene viser at disse ikke har konsekvenser for miljøet. Fyllingene oppfattes som et forsøplingsproblem. Det anbefales derfor at fyllingene fjernes fra bekkeløpene. Jernskrap bør sortres fra før de resterende masser deponeres i godkjent søppeldeponi.

7 STEINTIPPDALEN (LOK. NR. 2110054)

7.1 Situasjonsbeskrivelse

Sommerinntaket for drikkevann i Longvearbyen er lokalisert nederst i
Fig. 8 Kartskisse over bekkeløp langs veien til flyplassen n (fig. 9).
ıst for
Trollsteinen. Dette er antakelig en rest fra Larsbreen da den trakk seg tilbake. Øverst i dalen ligger en steintipp fra virksomheten i Gruve 2. Selv om en ikke forventer at denne fyllingen utgjør noen forurensningsfare, påla sysselmannen Store Norske å undersøke deponiet på grunn av sin spesielle beliggenhet i drikkevannsbekken (SMS, 1999).

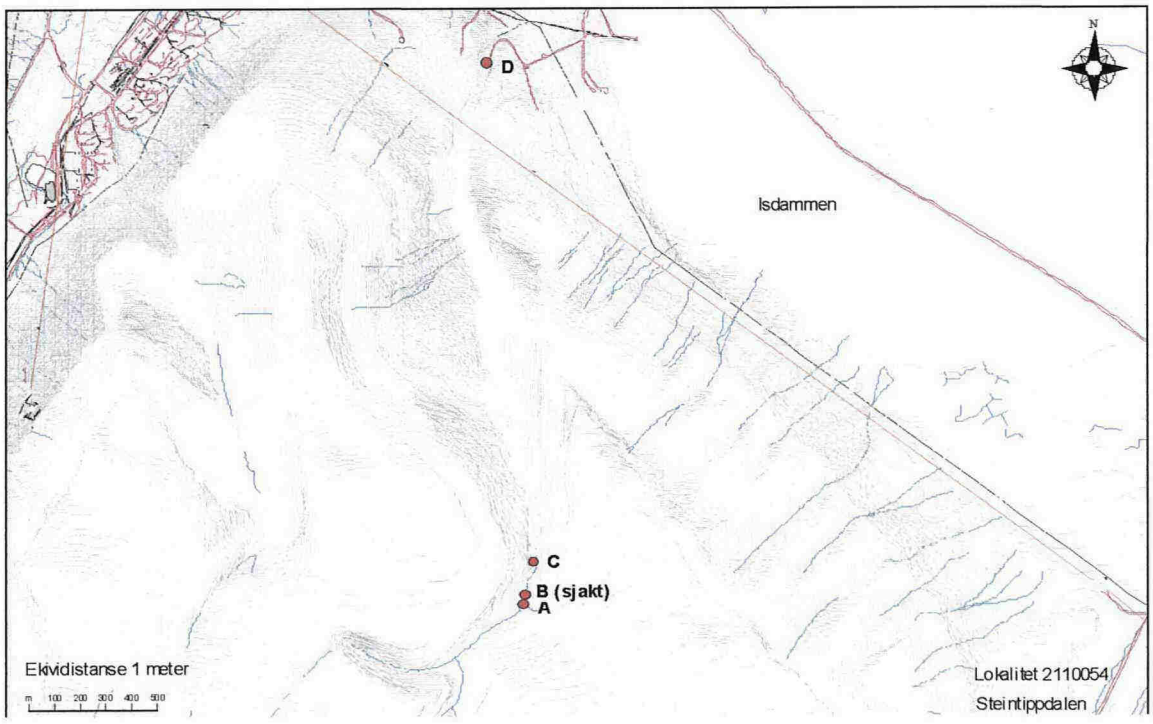


Fig. 9 Kartskisse over Steintippdalen

048 Bra-Trykk AS

7.2 Prøvetaking og analyser

Befaringen av Steintippdalen/ Gruvedalen viste at det i tillegg til steintippen befant seg en gammel gruveutgang fra gruve 2 som førte mye vann ut i bekken (vedlegg 1). Omfattende jernutfellinger i dette vannet tyder på sur avrenning fra gruven. Vannprøver ble innsamlet oppstrøms fyllingen samt ved de ulike tilløp av sigevann og ved inntaket av drikkevannet (tabell 15). Vannprøvene ble analysert på pH og ledningsevne i felt og innhold av metaller og sulfat. Prøven fra drikkevannsinntaket ble også analysert på innhold av organiske miljøgifter.

Tabell 15 Oversikt over prøvetakingssteder i Steintippdalen/ Gruvedalen

Prøve	Prøvetype	Beskrivelse	Analyser		
			pH/EC	Metaller	Organisk
A	Vann	Smeltevann fra breen	X	X	
B	Vann	Sigevann fra gruveinngangen	X	X	
C	Vann	Sigevann fra steintippen	X	X	
D	Vann	Drikkevannsinntak til Longyearbyen	X	X	X

Tabell 16 Sammendrag av analyseresultatene fra vannprøvene (i µg/l hvis ikke annet er angitt)

Parameter	A	B	C	D	Veiledende verdier	Største tillatte
pH	4,56	3,77	4,00	4,62	7,5-8.5	
EC (µS/cm)	75	435	212	291	400	
Krom	< 1,0	< 1,0	17,0	< 1,0	50	50
Nikkel	5,8	86	39	13,5	50	50
Kobber	< 5,0	< 5,0	9,4	< 5,0	100	300
Sink	17	320	110	19	100	300
Arsen	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	10	10
Kadmium	< 0,4	0,8	0,4	< 0,4	5	5
Bly	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	20	20
Kvikksølv	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0.5	0.5
Aluminium (mg/l)	0,4	10,0	2,5	0,3	50	200
Jern (mg/l)	0,1	53	0,4	< 0,1	50	200
Sulfat(SO4) (mg/l)	20	290	87	130	25	100
BTEX	i.a.	i.a.	i.a.	<1,2		10
VOCl	i.a.	i.a.	i.a.	<1,8		
PAH	i.a.	i.a.	i.a.	<0,5		0.2
Mineralolje	i.a.	i.a.	i.a.	<50		10

7.3 Vurdering av resultater

Prøvene fra gruveinngangen og sigevann fra deponiet viser et typisk sur avrenning-bilde med lav pH, høyt metallinnhold og sulfat. Verdiene funnet ved denne gruven er beskjedne i forhold til det som observeres ved Gruve 1b og Gruve 3.

048 Bra-Trykk AS

Sammenlignes vannkvaliteten oppstrøms for fyllingen med verdiene funnet ved drikkevannsinntaket, observeres en økning av sulfatinnholdet i drikkevannet (6 ganger så høyt som bakgrunnsprøven) og en dobling i nikkelinnholdet. De øvrige parametre viser ingen forskjell. Det ble heller ikke funnet spor av organiske miljøgifter i drikkevannsinntaket.

7.4 Anbefalinger

Det har blitt registrert en liten påvirkning av bekkevannet fra gruveinngangen og fyllingen. Til tross for dette karakteriseres den kjemiske vannkvaliteten som god. Unntaket er den lave pH-verdien til vannet og sulfatkonsentrasjonen. Dette vil føre til korrosjon av vannrør og dermed øke metallinnholdet av vannet ved bruks-punktet.

Da dette vannet i perioder blir brukt direkte som drikkevann sommertid, anbefales det å gjennomføre pH-justerende tiltak ved det planlagte renseverket for drikkevann til Longyearbyen.

8 KONKLUSJON

Det viser seg at det ikke er nødvendig å utføre ytterligere undersøkelser. Derimot er det anbefalt å utføre tiltak på alle lokalitetene bortsett fra ved den gamle fyllingen i Longyearbyen. Det er imidlertid nødvendig å utføre en runde med prøvetaking av de fleste overvåkingsbrønner sommeren 2000.

Tabell 17 Oversikt over anbefalinger for supplerende undersøkelser og tiltak ved de undersøkte lokaliteter

Lok. nr.	Lokalitetsnavn	Suppl. undersøkelser	Tiltak	Omfang av videre arbeid
2110014	Gruve 1b	-	Grøfter og tilbakefylling med grov stein for tilførsel av nøytralt vann og utfelling.	-
2110022	Gruve 3	-	Kontrollere grøfter.	-
2110024	Gruve 3, tipp 3, Bjørndalen	-	Grøfter og tilbakefylling med grov stein for tilførsel av nøytralt vann og utfelling.	-
2110032	Gammel fylling	-	-	Overvåking neste år
2110036	Fylling i dal	-	Fjerning av skrot	-
(2110054)	Steintippdalen	-	pH justering av vannet	-

Det er foreslått som en opsjon å se nærmere på utforming av grøfter, pH i avrenning og løst tungmetallinnhold. Dette kunne utføres som et samarbeidsprosjekt med f. eks. UNIS.

048. Bra-Trykk AS

9 REFERANSER

Låg, I. (1980)
Sur sulfatjord ved Longyearbyen, Svalbard.
Jord og Myr, 4, s. 158-160.

Låg, I. (1988)
Jordforgiftning fra gruveavfall brukt som fyllmasse i Longyearbyen, Svalbard.
Jord og Myr, 7, s. 208-211.

NGI (1999)
Svalbard - Undersøkelse av forurensede lokaliteter, Longyearbyen 1.
NGI rapport 984096-1. Norges Geotekniske Institutt, Oslo. 65 s.

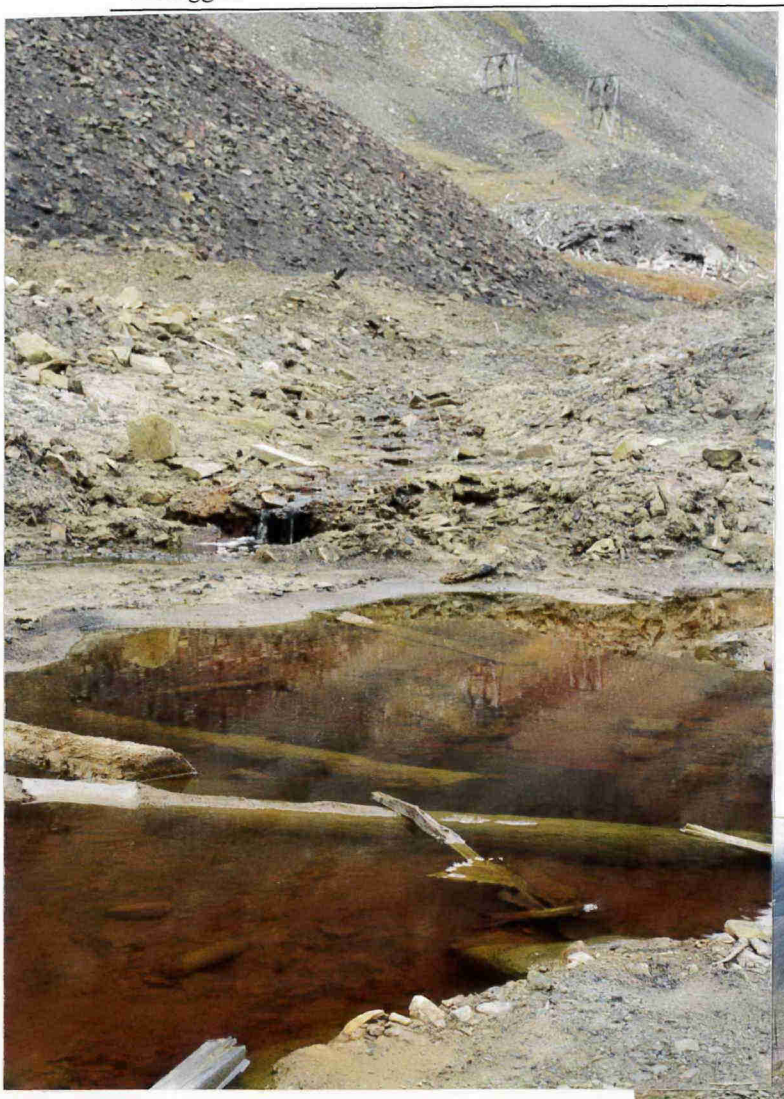
SFT (1998)
Kartlegging av deponier, forurenset grunn og etterlatenskaper på Svalbard.
SFT-rapport 98:04 og 04B. Statens forurensningstilsyn, Oslo.

Sosial og helsedepartementet (1996)
Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m.
I-9/95, 2. utg. 4 juli 1996, 38 s.

048 Bra-Trykk AS

Vedlegg A - Bilder fra lokalitetene

048. Bra-Trykk AS



Bilde 1

Avrenning fra gruve 1 (lok. Nr. 2110014)

Bilde 2

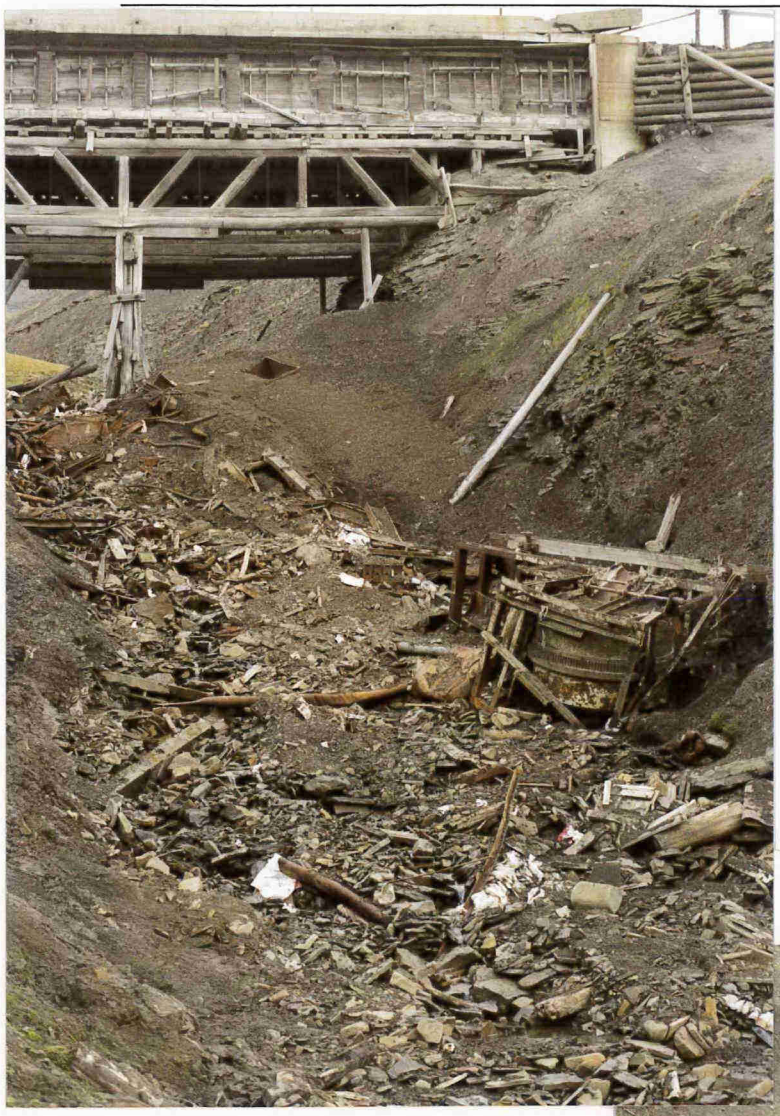
Avrenning fra gruve 1b til Longyearelven (lok. nr. 2110014)

048 Bra-Trykk AS

Bilde 3 Gruve 3, skeidesteinstipper (lok. nr. 2110022)

Bilde 4 Gruve 3, skeidesteinstipper (lok. nr. 2110022)

048 Bra-Trykk AS



Bilde 7

Fylling i dal, bekk 1
(lok. nr. 2110036)

Bilde 8

Fylling i dal, bekk 3
(lok. nr. 2110036)

048 Bra-Trykk AS

Bilde 9 Steintippdalen (lok. nr. 2110054)

Bilde 10 Steintippdalen (lok. nr. 2110054)

048. Bra-Trykk AS

Vedlegg B - Analyseresultater jord og grunnvannsprøver

048 Bra-Trykk AS

2110014 Gruve 1B Sverdrupsbyen

Jordprøver

Alle analyse-resultatene er oppgitt i mg/kg tørrstoff hvis ikke annet er angitt.

Prøvenummer	**0014 E-1**	**0014 G-1**	**0014 H-1**
Dybde (m)	0-0,1 m	0-0,1 m	0-0,1 m
Tørrstoff (%)	72,2	31,7	37,3
Metaller (ICP, NEN 6426)			
Krom	14	20	28
Nikkel	10,0	10,5	15,5
Kobber	11,5	< 5,0	< 5,0
Zink	48	71	60
Kadmium	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Bly	15	23	20
Arsen	36	78	31
Kvikksølv	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Vannprøver

Alle analyse-resultatene er oppgitt i µg/l hvis ikke annet er angitt.

Prøvenummer	**0014 E**	**0014 G-1**	**0014 G-2**	**0014 H**
Metaller (ICP-AES; NEN 6426)				
Krom	82	98	41	9,3
Nikkel	1.250	1.450	520	68
Kobber	540	600	210	25
Zink	4.400	5.000	1.800	200
Arsen	17,5	16,0	< 5,0	< 5,0
Kadmium	6,4	7,5	2,3	0,6
Bly	22	20,0	8,8	< 5,0
Kvikksølv	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Aluminium (mg/l)	75	94	34	4,3
Jern (mg/l)	370	370	130	12,5
Sulfat(SO4) (mg/l)	4.100	4.300	1.500	200

048 Bra-Trykk AS

2110022 Gruve 3

Jordprøver

Alle analyse-resultatene er oppgitt i mg/kg tørrstoff hvis ikke annet er angitt.

Prøvenummer	**0022-I-1**	**0022-J-1**	**0022-K-1**
Dybde (m)	0-0,1 m	0-0,1 m	0-0,1 m
Tørrstoff (%)	80,4	84,3	78,3
Metaller (ICP, NEN 6426)			
Krom	11	13	12
Nikkel	12,0	17,0	13,0
Kobber	12,0	12,0	13,5
Zink	39	62	50
Kadmium	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Bly	10	< 10	11
Arsen	14,0	17,0	15,0
Kvikksølv	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Vannprøver

Alle analyse-resultatene er oppgitt i µg/l hvis ikke annet er angitt.

Prøvenummer	**0022-F**	**0022-G**	**0022-H**
Metaller (ICP-AES; NEN 6426)			
Krom	78	19,0	78
Nikkel	3.300	480	1.900
Kobber	1.500	190	430
Zink	18.500	1.700	6.100
Arsen	18,0	< 5,0	< 5,0
Kadmium	30	5,3	14,5
Bly	14,5	< 5,0	7,7
Kvikksølv	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Aluminium (mg/l)	135	5,4	110
Jern (mg/l)	190	39	105
Sulfat(SO4) (mg/l)	7.400	1.350	3.300

048. Bra-Trykk AS

2110032 Gammel fylling

Grunnvannsprøver

Alle analyse-resultatene er oppgitt i µg/l hvis ikke annet er angitt.

Prøvenummer	0032-1	0032-2	0032-3	0032-4
Metaller (ICP-AES; NEN 6426)				
Krom	< 1,0	8,4	3,4	5,1
Nikkel	27	7,8	5,7	115
Kobber	< 5,0	< 5,0	< 5,0	12,5
Zink	< 10	< 10	< 10	280
Arsen	< 5,0	< 5,0	< 5,0	5,9
Kadmium	< 0,4	< 0,4	< 0,4	0,6
Bly	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Kvikksølv	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ammonium-N (mg/l)	0,4	0,3	< 0,1	6,3
Nitrat (mg/l)	< 0,5	59	3,9	0,8
Flyktige aromater og halogenerte forbindelser (NEN 6407, purge&trap, GCMS)				
Benzen	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Toluen	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Ethylbenzen	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
p+m-Xylen	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
o-Xylen	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Total BTEX	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
SumXylener	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Naftalen	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
cis-1.2-Diklorethen	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
trans-1.2-Diklorethen	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
1.2-Diklorethen	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Triklormethan	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
1.2-Diklorethan	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
1.1.1-Triklorethan	0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tetraklormethan	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Triklorethen	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1
Tetraklorethen	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
1,2-Diklorpropan	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Monoklorbenzen	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
1,2-Diklorbenzen	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
1,3-Diklorbenzen	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
1,4-Diklorbenzen	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Sumdiklorbenzener	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Mineralolje GC (analog o-NVN 6678)				
Fraksjon C10 - C12	< 20	< 20	< 20	< 20
Fraksjon C12 - C22	< 20	< 20	< 20	< 20
Fraksjon C22 - C30	< 20	< 20	< 20	< 20
Fraksjon C30 - C40	< 20	< 20	< 20	< 20
Total Mineralolje C10-C40	< 50	< 50	< 50	< 50

048 Bra-Trykk AS

Prøvenummer	**0032-5**	**0032-6**
Metaller (ICP-AES; NEN 6426)		
Krom	11,0	< 1,0
Nikkel	< 5,0	< 5,0
Kobber	< 5,0	< 5,0
Zink	< 10	< 10
Arsen	< 5,0	8,5
Kadmium	< 0,4	< 0,4
Bly	< 5,0	< 5,0
Kvikksølv	< 0,05	< 0,05
Ammonium-N (mg/l)	0,5	3,5
Nitrat (mg/l)	1,6	0,6
Flyktige aromater og halogenerte forbindelser (NEN 6407, purge&trap, GCMS)		
Benzen	< 0,2	< 0,2
Toluen	< 0,2	< 0,2
Ethylbenzen	< 0,2	< 0,2
p+m-Xylen	< 0,1	0,1
o-Xylen	< 0,1	< 0,1
Total BTEX	< 1,0	< 1,0
SumXylener	< 0,2	< 0,2
Naftalen	< 0,2	< 0,2
cis-1.2-Diklorethen	< 0,1	< 0,1
trans-1.2-Diklorethen	< 0,1	< 0,1
1.2-Diklorethen	< 0,2	< 0,2
Triklormethan	< 0,1	< 0,1
1.2-Diklorethan	< 0,1	< 0,1
1.1.1-Triklorethan	0,4	< 0,1
Tetraklormethan	< 0,1	< 0,1
Triklorethen	< 0,1	< 0,1
Tetraklorethen	< 0,1	< 0,1
1,2-Diklorpropan	< 0,1	< 0,1
Monoklorbenzen	< 0,1	< 0,1
1,2-Diklorbenzen	< 0,2	< 0,2
1,3-Diklorbenzen	< 0,2	< 0,2
1,4-Diklorbenzen	< 0,2	< 0,2
Sumdiklorbenzener	< 0,5	< 0,5
Mineralolje GC (analog o-NVN 6678)		
Fraksjon C10 - C12	< 20	< 20
Fraksjon C12 - C22	< 20	< 20
Fraksjon C22 - C30	< 20	< 20
Fraksjon C30 - C40	< 20	< 20
Total Mineralolje C10-C40	< 50	< 50

048. Bra-Trykk AS

Prøvenummer	**0032-3**	**0032-4**	**0032-6**
PAH (NEN 6524, HPLC)			
Naftalen	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Acenaftylen	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Acenaften	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Fluoren	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Fenanthren	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Anthracen	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fluoranthen	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Pyren	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(a)anthracen	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Chrysen	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Benzo(b)fluoranthen	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Benzo(k)fluoranthen	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Benzo(a)pyren	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Dibenz(a,h)anthracen	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(g,h,i)perylen	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Total PAH's EPA	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Total PAH's VROM	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Total PAH's Borneff	< 0,02	< 0,02	< 0,02

048 Bra-Trykk AS

2110036 Fylling i dal

Vannprøver

Alle analyse-resultatene er oppgitt i µg/l hvis ikke annet er angitt.

Prøvenummer	**0036 A**	**0036 B**	**0036 C**	**0036 D**
Metaller (ICP-AES; NEN 6426)				
Krom	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Nikkel	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Kobber	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Zink	< 10	< 10	< 10	< 10
Arsen	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Kadmium	< 0,4	0,4	< 0,4	< 0,4
Bly	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Kvikksølv	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Aluminium (mg/l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Jern (mg/l)	0,3	< 0,1	0,1	< 0,1
Sulfat(SO4) (mg/l)	30	48	53	105

048 Bra-Trykk AS

2110054 Steintippdalen

Vannprøver

Alle analyse-resultatene er oppgitt i µg/l hvis ikke annet er angitt.

Prøvenummer	**0054-A**	**0054-B**	**0054-C**	**0054-D**
Metaller (ICP-AES; NEN 6426)				
Krom	< 1,0	< 1,0	17,0	< 1,0
Nikkel	5,8	86	39	13,5
Kobber	< 5,0	< 5,0	9,4	< 5,0
Zink	17	320	110	19
Arsen	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Kadmium	< 0,4	0,8	0,4	< 0,4
Bly	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Kvikksølv	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Aluminium (mg/l)	0,4	10,0	2,5	0,3
Jern (mg/l)	0,1	53	0,4	< 0,1
Sulfat(SO4) (mg/l)	20	290	87	130
Flyktige aromater og halogenerte forbindelser (NEN 6407, purge&trap, GCMS)				
Benzen	-	-	-	< 0,2
Toluen	-	-	-	< 0,2
Ethylbenzen	-	-	-	< 0,2
p+m-Xylen	-	-	-	< 0,1
o-Xylen	-	-	-	< 0,1
Total BTEX	-	-	-	< 1,0
SumXylener	-	-	-	< 0,2
Naftalen	-	-	-	< 0,2
cis-1.2-Diklorethen	-	-	-	< 0,1
trans-1.2-Diklorethen	-	-	-	< 0,1
1.2-Diklorethen	-	-	-	< 0,2
Triklormethan	-	-	-	< 0,1
1.2-Diklorethan	-	-	-	< 0,1
1.1.1-Triklorethan	-	-	-	< 0,1
Tetraklormethan	-	-	-	< 0,1
Triklorethen	-	-	-	< 0,1
Tetraklorethen	-	-	-	< 0,1
1,2-Diklorpropan	-	-	-	< 0,1
Monoklorbenzen	-	-	-	< 0,1
1,2-Diklorbenzen	-	-	-	< 0,2
1,3-Diklorbenzen	-	-	-	< 0,2
1,4-Diklorbenzen	-	-	-	< 0,2
Sumdiklorbenzener	-	-	-	< 0,5

048 Bra-Trykk AS

Prøvenummer	**0054-A**	**0054-B**	**0054-C**	**0054-D**
PAH (NEN 6524, HPLC)				
Naftalen	-	-	-	< 0,2
Acenaftylen	-	-	-	< 0,2
Acenaften	-	-	-	< 0,2
Fluoren	-	-	-	< 0,05
Fenanthren	-	-	-	< 0,02
Anthracen	-	-	-	< 0,02
Fluoranthen	-	-	-	< 0,02
Pyren	-	-	-	< 0,02
Benzo(a)anthracen	-	-	-	< 0,02
Chrysen	-	-	-	< 0,02
Benzo(b)fluoranthen	-	-	-	< 0,02
Benzo(k)fluoranthen	-	-	-	< 0,01
Benzo(a)pyren	-	-	-	< 0,01
Dibenz(a,h)anthracen	-	-	-	< 0,02
Benzo(g,h,i)perylen	-	-	-	< 0,02
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	-	-	-	< 0,02
Total PAH's EPA	-	-	-	< 0,5
Total PAH's VROM	-	-	-	< 0,4
Total PAH's Borneff	-	-	-	< 0,1
Mineralolje GC (analog o-NVN 6678)				
Fraksjon C10 - C12	-	-	-	< 20
Fraksjon C12 - C22	-	-	-	< 20
Fraksjon C22 - C30	-	-	-	< 20
Fraksjon C30 - C40	-	-	-	45
Total Mineralolje C10-C40	-	-	-	< 50

048 Bra-Trykk AS

Vedlegg C - Analysemetoder

048 Bra-Trykk AS

METALL ANALYSER PÅ ICP

Metallene utgjør en gruppe på ca. 80 elementer i det periodiske systemet. Grensen mellom metaller og ikke-metaller er vanskelig å trekke, f.eks. er arsen et "halvmetall" med egenskaper både fra metaller og ikke-metaller. "Tungmetaller" er kjemisk definert som metaller med egenvekt større enn 5, men i miljøsammenheng benyttes uttrykket som en betegnelse på de sporelementene som regnes som spesielt farlige selv i små mengder, og som har vært vanlige å benytte i industri og vareproduksjon. Disse innbefatter Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Cd, Ba, Hg og Pb.

Uttrykket "makroelementer" innbefatter elementer som forefinnes i større mengder i løsmasser og grunnvann, som f.eks. Fe, Mn, Al, Ca, Mg, S etc.

Analysepakke "8 tungmetaller omfatter følgende elementer: As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn og Hg

Det kan også utføres enkeltelementbestemmelser.

Dersom bare Hg ønskes kan denne analyseres utføres som egen analyse på kalddampteknikk.

Jordprøver

Jordprøvene blir veid inn i teflonbomber og tilført kongevann. Prøvene blir oppsluttet i en magnetronovn under høyt trykk og temperatur. Etter oppløsning blir partikler filtrert av og ekstraktet er klar til analyse med ICP.

Vannprøver

Vannprøver filtreres på 0,45 µm filter og tilsettes salpetersure til 1% oppløsning før prøven analyseres på ICP.

ICP analyse

To teknikker kan benyttes:

A. ICP-AES, der prøven føres inn i en flamme på ca. 6000°C, noe som fører til at elektronene i hvert enkelt atom eksiteres og avgir lys når de faller "på plass" igjen. Dette lyset har intensitet og bølgelengder som er spesifikke for hvert element og kan således benyttes til å identifisere og kvantifisere hvert element.

B. ICP MS er en kombinasjon av ICP der et massespektrometer (MS) benyttes til å detektere ionene som dannes i ICP. I stedet for å skille de forskjellige elementene med bølgelengde, benyttes massespektrometeret til å skille og kvantifisere de ioniserte elementene ved hjelp av masse/

048 Bra-Trykk AS

ladning ratio. Teknikken gir lavere deteksjonsgrenser enn ICP/AES og er derfor spesielt egnet for sporelementer i grunnvannsprøver.

Kalddampteknikk for kvikksølv

Fordi kvikksølv er meget giftig, er det derfor viktig å kunne kvantifisere dette elementet i meget lave konsentrasjoner. På grunn av egenskaper med kvikksølv og de lave kvantifiseringsnivåene, lar ikke dette seg gjøre med standard ICP teknikker slik at kalddampteknikk må benyttes.

I kalddampteknikk reduseres alt kvikksølv i prøven til elementært kvikksølv og drives ut av prøven med gjennombobling av luft. Kvikksølvgassen føres inn til et rør i atomabsorpsjons spektrometeret (AAS) der innholdet og mengden kan bestemmes med lysabsorpsjon ved en bestemt bølgelengde.

Tekniske data

Metode:	Oppslutning:	o-NVN 5770;
	Metaller ekskl. Hg:	o-NVN 6426 (jord), o-NVN 6445(grunnvann);
	Hg og sigevann :	NEN 6449

Rapporteringsgrenser:

	Jord (mg/kg)	Vann (µg/l)	Sigevann (mg/l)
Cr	10	1,0	0,01
Ni	5,0	5,0	0,01
Cu	5,0	5,0	0,01
Zn	10	50	0,05
Cd	0,2	0,4	0,01
Pb	10	5,0	0,01
As	10	10	0,01
Hg	0,1	0,05	0,001
Al	50	100	0,1
Fe	50	100	0,1

048 Bra-Trykk AS

ANIONER I VANN

Komponenter: Br^-, Cl^-, F^-, NO_2^-,NO_3^-, PO_4^{3-}, SO_4^{2-}
Analysemetode baser på NEN-EN-ISO 10304-1

Analysen

Analyse av anioner i vann blir utført ved hjelp av ionekromatografi. Prøven blir separert på en kationisk kolonne som separerer de ulike anionene. Etter separasjonen blir komponentene detektert ved hjelp av en ledningsevne detektor.

Kvantifiseringsgrenser	**Jord mg/kg**	**Vann mg/l**
• Sulfat (SO_4^{2-})	5,0	0,5

04B. Bra-Trykk AS

BTEXN

Komponenter: Monoaromatiske hydrokarboner og Naftalen (BTEXN)
Analysemetode basert på NEN 6407

Innledning

Forkortelse BTEXN omfatter de flyktige aromatiske hydrokarboner bensen, tolen, etylbensen og tre isomerer av xylen (orto, meta og para) samt naftalen. Disse forbindelsene finnes i mineralolje produkter og steinkull tjære. Enkelt forbindelser blir også anvendt i maling, lim og løsemidler.

Aromatiske hydrokarboner er svært mobilt i miljøet som følge av en høy vannløselighet og høy damptrykk. Ved spill av jetdrivstoff vil BTEX og naftalen være de komponentene som spre seg med grunnvannet, mens de alifatiske hydrokarboner i jetdrivstoff vil være relativt immobile og binde seg til grunnen.

Analysen

Jordprøvene blir ekstrahert med aceton og deretter analysert ved hjelp av "headspace" teknikk og GC/MS.

Vannprøver blir analysert ved hjelp av on-line "purge & trap" metode. Vannprøven blir oppvarmet og gjennom boblet med nitrogen gass. Komponentene blir kvantifisert ved hjelp av GC/MS.

Rapporteringsgrenser	**Jord**	**Vann**
	mg/kg ts	**µg/l**
• Bensen	0,05	0,2
• Toluen	0,05	0,2
• Etylbensen	0,05	0,2
• Xylen (m/p-)	0,02	0,1
• Xylen (o-)	0,02	0,1
• Sum xylener	0,05	0,2
• Sum BTEX	0,20	1,0
• Naftalen	0,05	0,2

048. Bra-Trykk AS

OLJE - GC (gass kromatografi)

Olje består av mer enn 10 000 forskjellige komponenter. Denne analysen gir innhold av mineralolje som en sumparameter etter innhold av stoffer i området mellom alkankjeder av forskjellig lengde. BTEX-analyser kan gjøres i tillegg for å få et enda mer fullstendig bilde av oljen. I noen tilfeller kan det være nødvendig å spesifisere oljetype, f.eks forskjellen mellom råolje, smøreolje, diesel eller kerosin, noe som kan gjøres utfra GC-kromatogrammet. Innholdet av bensin (C_7-C_{10}) kan også finnes ved spesialanalyse ved hjelp av "purge&trap" og GC/MS analyse. GC-kromatogrammet fra analysen kan gi verdifulle opplysninger om forvitringsgrad av oljen.

Jordprøver

Jordprøver blir ekstrahert med en aceton/ heksan-blanding. Acetonfraksjonen blir vasket ut med vann, mens det gjenværende heksanekstraktet vaskes med silikagel for å fjerne polare interfererende stoffer og injiseres i gasskromatografen (GC-FID).

Vannprøver

Vannprøver blir ekstrahert direkte med heksan og aceton, vasket med silicagel og injisert i GC med FID detektor.

En "på kolonne"-injeksjonsteknikk blir benyttet for å unngå diskriminering mellom stoffer med høye og lave kokepunkt.

I den nye nederlandske standarden er det totale integrerte arealet mellom C_{10} og C_{40} definert som olje.

Metode: Egenutviklet basert på VPR C85-19

Rapporteringsgrenser:	Jord (mg/kg)	Grunnvann (µg/l)
C_{10} - C_{12}	20	20
C_{12} - C_{22}	20	20
C_{22} - C_{30}	20	20
C_{30} - C_{40}	20	20
Total mineralolje	50	50

048 Bra-Trykk AS

PAH

Komponenter: Polycykliske Aromatiske Hydrokarboner (PAH)
Analysemetode basert på NEN 6524

Innledning

PAH er en gruppe organiske forbindelse som består av mer enn 200 stoffer som kjennetegnes ved at de består av 2 eller flere sammenbundne bensenringer. PAH-forbindelser oppstår ved ufullstendig forbrenning av hydrokarboner og ved tørr destillasjon av steinkull, slik den ble anvendt i gass- og koksverk. PAH-forbindelsene grupperes etter antall kondenserte ringer. 2 og 3 ring PAH (naftalen, antracen og fenantren) er vannløselige og transporteres med grunnvannet. De tynge 4, 5 og 6 ring PAH forbindelsene er praktisk uløselig og lite mobilt. På grunn av sine karsinogene egenskaper får de tyngre PAH-forbindelser stor oppmerksomhet i miljøundersøkelser. Karsinogenitet har blitt dokumentert for: Benzo(a)antrasen, Crysen, Benzo(k)fluoranten Benzo(a)pyren og Indeno(1,2,3-cd)pyren

Analysen

Jordprøvene blir ekstrahert med aceton og hexan og deretter analysert ved hjelp av GC/MS. For jordprøver foretrekkes GC/MS-teknikken fremfor HPLC-metoden, fordi man unngår interferens fra andre komponenter.

Vannprøver blir etter ekstraksjon med hexan renset for å fjerne evt. interfererende komponenter. Deretter benyttes væskekromatografi (HPLC) med UV/fluorescensdeteksjon. GC-MS er benyttes ikke på vannprøver på grunn av GC-MS har høyere deteksjonsgrenser enn HPLC.

Rapporteringsgrenser	**Jord mg/kg**	**Vann µg/l**
• Naftalen	0,02	0,1
• Acenaftylen	0,02	0,1
• Acenaften	0,02	0,1
• Fluoren	0,02	0,1
• Fenantren	0,02	0,02
• Antrasen	0,02	0,02
• Fluoranten	0,02	0,005
• Pyren	0,02	0,005
• Benzo(a)antrasen	0,02	0,002
• Crysen	0,02	0,002
• Benzo(b)fluoranten	0,02	0,002
• Benzo(k)fluoranten	0,02	0,002
• Benzo(a)pyren	0,02	0,002
• Dibenz(a,h)antrasen	0,02	0,05
• Benzo(ghi)perylen	0,02	0,002
• Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,02	0,002
• Total PAH (EPA)	0,3	0,6

048 Bra-Trykk AS

PCB

Komponenter: Polyklorbifenylener (PCB)
Analysemetode baser på o-NON 5734 (jord); o-NEN 6406 (vann)

Innledning

Polyklorbifenyler (PCB) omfatter en gruppe på ca 200 enkeltstoffer. De lages ved klorering av bifenyler og danner en blanding av forbindelser som er vanskelig å skille. For teknisk bruk er særlig den midlere kloreringen viktig å angi. For å forenkle navngivningen blir ofte Ballschmiters PCB nummerering valgt.

PCB er meget lite løslige i vann og er ikke flyktige. Videre er de kjemisk inerte, ikke brennbare og leder elektrisitet svært dårlig. Disse egenskapene gjør at de har vært mye benyttet som kjøle- og isolasjonsvæske i transformatorer og kondensatorer, som hydraulisk olje, som kjøleolje, og også som bløtgjører i lakk og maling. PCB-forbindelser virker toksisk på leveren og immunforsvaret, og lagres i kroppens fettvev. Dessuten kan de som biprodukt inneholde dioksiner, som er kjent for å være meget kreftfremkallende. Dioksiner oppstår ved forbrenning av PCB. Biologisk er PCB meget lite nedbrytbare (persistente), og akkumulerer i næringskjeden.

Analysen

For å bestemme PCB blir prøven ekstrahert med aceton- og hexanekstrakt. Ekstraktet blir så langt som mulig renset og undersøkt på GC ved hjelp av ECD deteksjon. Som standarder benyttes syv referansestandarder (forbindelser fra Beck-standard ifølge DIN 51527 samt PCB 118).

Rapporteringsgrenser		**Jord** µg/kg	**Vann** µg/l
• 2,4,4'-triklorobifenyl	(PCB 28)	1,0	0,01
• 2,5-2',5'-tetraklorobifenyl	(PCB 52)	1,0	0,02
• 2,4,5-2',5'-pentaklorobifenyl	(PCB 101)	1,0	0,01
• 2,4-3',4',5'-pentaklorobifenyl	(PCB 118)	1,0	0,01
• 2,3,4-2',4',5'-heksaklorobifenyl	(PCB 138)	1,0	0,01
• 2,4,5-2',4',5'-heksaklorobifenyl	(PCB 153)	1,0	0,01
• 2,3,4,5-2',4',5'-heptaklorobifenyl	(PCB 180)	1,0	0,01
• Totalt 7 PCBer		7,0	0,08

048 Bra-Trykk AS

GC MS - SCREENING ORGANISKE STOFFER

Prøvene ekstraheres med DCM (diklormetan) og analyseres ved hjelp av gasskromatografisk (GC) separasjon og deteksjon med massespektrometer (MS). Analysen detekterer kvantitativt rundt 100 forskjellige klorerte og ikke klorerte organiske miljøgifter følgende organiske stoffgrupper:

- Olje (Alkaner, C_{10}-C_{40})
- Fenoler
- Nitrofenoler
- Klorfenoler
- Polyklorerte bifenyler (PCB)
- PAH
- Klorpesticider
- Klorbenzener
- Ftalater

I tillegg vil en rekke andre stoffer som ikke er med i listen bli angitt kvalitativt dersom de detekteres.

Tabellen på neste side gir navn på enkeltstoffer og deteksjonsgrenser.

048 Bra-Trykk AS

Rapporteringsgrenser for GC-MS screening semi-flyktige stoffer

Analysen inkluderer deteksjon og kvantifisering av 100 forskjellige enkeltstoffer

Gruppe / Stoff	Rapporterings grense Jord (mg/kg)	Vann (µg/l)	Stoff	Rapporterings grense Jord (mg/kg)	Vann (µg/l)
Olje					
alkaner (C_{10} - C_{40})	50	100			
Ftalater			Butylbenzylftalat	0,1	1,0
Dimetylftalat	0,1	1,0	Bis(etyl.hex.)ftalat	0,1	1,0
Di-etylftalat	0,1	1,0	Di-n-octylftalat	0,1	1,0
Di-n-butylftalat	0,1	1,0	SUM Ovennevnte 6 ftalater	0,6	6,0
Fenoler			2,6-Xylenol	0,1	1,0
Fenol	0,1	1,0	3,4-Xylenol	0,1	1,0
2-metylfenol (o-Cresol)	0,1	1,0	3,5-Xylenol	0,1	1,0
3+4-metylfenol (p+m Cresol)	0,1	1,0	2-Isopropylfenol	0,1	1,0
o-etylfenol	0,1	1,0	2,3,5- Trimetylfenol	0,1	1,0
p-etylfenol	0,1	1,0	β-Naftol	0,1	1,0
m-etylfenol	0,1	1,0	Sum o, p og m Cresol	0,3	3,0
2,3-Xylenol	0,1	1,0	Sum o, p og m Etylfenol	0,3	3,0
2,4 og 2,5 Xylenol	0,1	1,0	Sum Xylenoler	0,6	6,0
Nitrofenoler			4-Nitrofenol	0,1	1,0
2-Nitrofenol	0,1	1,0	2,4- Dinitrofenol	0,1	1,0
3-Nitrofenol	0,1	1,0	2-Metyl-4,6-dinitrofenol	0,1	1,0
Klorfenoler			2,4,5-Triklorfenol	0,1	1,0
2-klorfenol	0,1	1,0	3,4,5-Triklorfenol	0,1	1,0
3- og 4-Klorfenol	0,1	1,0	2,3,4,5-Tetraklorfenol	0,1	1,0
2,3-Diklorfenol	0,1	1,0	2,3,4,6-Tetraklorfenol	0,1	1,0
2,4-Diklorfenol	0,1	1,0	2,3,5,6-Tetraklorfenol	0,1	1,0
2,5-Diklorfenol	0,1	1,0	Pentaklorfenol	0,1	1,0
2,6-Diklorfenol	0,1	1,0	4-Klor-3-Metylfenol	0,1	1,0
3,4-Diklorfenol	0,1	1,0	Sum Monoklorfenoler	0,1	3,0
3,5-Diklorfenol	0,1	1,0	Sum Diklorfenoler	0,6	6,0
2,3,4-Triklorfenol	0,1	1,0	Sum Triklorfenoler	0,6	6,0
2,3,5-Triklorfenol	0,1	1,0	Sum Tetraklorfenoler	0,3	3,0
2,3,6-Triklorfenol	0,1	1,0	Tot klorfenoler (eks. 4-klor-3met.)	2,4	24,0
Klorpesticider			cis-Klordan	0,1	1,0
α-HCH	0,1	1,0	trans-Klordan	0,1	1,0
β-HCH	0,1	1,0	s-Endosulfan	0,1	1,0
γ-HCH	0,1	1,0	o,p-DDD	0,1	1,0
δ-HCH	0,1	1,0	p,p-DDD	0,1	1,0
Heptaklor	0,1	1,0	o,p-DDE	0,1	1,0
Aldrin	0,1	1,0	p,p-DDE	0,1	1,0
Telodrin	0,1	1,0	o,p-DDT	0,1	1,0
Dieldrin	0,1	1,0	p,p-DDT	0,1	1,0
Endrin	0,1	1,0	Tot OCB	0,1	20,0
cis-Heptaklorepoxid	0,1	1,0	Sum Driner (aldr., diedr. og endr.)	0,3	3,0
1,3-Hexaklorbutadien	0,1	1,0	Sum HCH (α,β, δ og γ)	0,4	4,0
α-Endosulfan	0,1	1,0	DDT+DDE+DDD	0,6	6,0
PCB					
PCB 28	0,1	1,0	PCB 138	0,1	1,0
PCB 52	0,1	1,0	PCB 153	0,1	1,0
PCB 101	0,1	1,0	PCB 180	0,1	1,0
PCB 118	0,1	1,0	Tot PCB	0,7	7,0
Klorbenzener			1,2,3,4-Tetraklorbenzen	0,1	1,0
Monoklorbenzen	0,1	1,0	1,2,3,5-Tetraklorbenzen	0,1	1,0
1,2-Diklorbenzen	0,1	1,0	1,2,4,5-Tetraklorbenzen	0,1	1,0
1,3-Diklorbenzen	0,1	1,0	Pentaklorbenzen	0,1	1,0
1,4-Diklorbenzen	0,1	1,0	Hexaklorbenzen	0,1	1,0
1,2,3-Triklorbenzen	0,1	1,0	Sum Diklorbenzen	0,3	3,0
1,2,4-Triklorbenzen	0,1	1,0	Sum Triklorbenzener	0,3	3,0
1,3,4-Triklorbenzen	0,1	1,0	Sum Tetraklorbenzener	0,3	3,0
1,3,5-Triklorbenzen	0,1	1,0	Sum Klorbenzener	1,0	10,0
PAH					
Naftalen	0,1	1,0	Crysen	0,1	1,0
Acenaftylen	0,1	1,0	Benzo(b)fluoranten Benzo(k)fluoranten	0,1	1,0
Acenaften	0,1	1,0	Benzo(a)pyren	0,1	1,0
Fluoren	0,1	1,0	Benzo(a,h)antrasen	0,1	1,0
Fenantren	0,1	1,0	Benzo(ghi)perylen	0,1	1,0
Antrasen	0,1	1,0	Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,1	1,0
Fluoranten	0,1	1,0	Tot 16 PAH (EPA)	1,6	16,0
Pyren	0,1	1,0	Tot 10 PAH (VROM)	1,0	10,0
Benzo(a)antrasen	0,1	1,0			

048. Bra-Trykk AS

048 Bra-Trykk AS

Kontroll- og referanseside/
Review and reference page

NGI

Oppdragsgiver/*Client* Store Noske Spitsbergen Kulkompani	**Dokument nr/*Document No.*** 994070-1
Kontraktsreferanse/ ***Contract reference*** Telefaks 30.08.99	**Dato/*Date*** 16 mars 2000
Dokumenttittel/*Document title* Longyearbyen I, Svalbard Supplerende undersøkelse av forurensede lokaliteter **Prosjektleder/*Project Manager*** Jan Erik Sørlie **Utarbeidet av/*Prepared by*** Gijs Breedveld, Martin Skedsmo	**Distribusjon/*Distribution*** ☐ **Fri/*Unlimited*** ☒ **Begrenset/*Limited*** ☐ **Ingen/*None***
Emneord/*Keywords* Environmental geotechnology, pollution, waste deposit, remediation, arctic, cold climate	
Land, fylke/*Country, County* **Kommune/*Municipality*** Svalbard **Sted/*Location*** Longyearbyen I **Kartblad/*Map*** **UTM-koordinater/*UTM-coordinates***	**Havområde/*Offshore area*** **Feltnavn/*Field name*** **Sted/*Location*** **Felt, blokknr./*Field, Block No.***

Kvalitetssikring i henhold til/*Quality assurance according to* NS-EN ISO9001

Kontrollert av/ *Reviewed by*	Kontrolltype/ *Type of review*	Dokument/*Document*		Revisjon 1/*Revision 1*		Revisjon 2/*Revision 2*	
		Kontrollert/*Reviewed*		Kontrollert/*Reviewed*		Kontrollert/*Reviewed*	
		Dato/*Date*	Sign.	Dato/*Date*	Sign.	Dato/*Date*	Sign.
AGR	Helhetsvurdering/ *General Evaluation* *	22/3.00	AGR.				
WUT	Språk/*Style*	20.3.00					
AGR	Teknisk/Technical - Skjønn/*Intelligence*	22/3.00	AGR.				
	- Total/*Extensive* - Tverrfaglig/						
	Interdisciplinary						
WUT	Utforming/*Layout*	20.3.00					
JES	Slutt/*Final*	20.3.00					
JGS	Kopiering/*Copy quality*	23/3-00					

* Gjennomlesning av hele rapporten og skjønnsmessig vurdering av innhold og presentasjonsform/
On the basis of an overall evaluation of the report, its technical content and form of presentation

Dokument godkjent for utsendelse/ ***Document approved for release***	**Dato/*Date*** 20.3.00	**Sign.**

048. Bra-Trykk AS