

Rapport

Oppdragsgiver: **Luftfartsverket. Hovedadministrasjonen**

Oppdrag: **Bergen lufthavn, Flesland.**

Tidligere brannøvingsfelt

Emne: **Forurensset grunn
Undersøkelser. Risikovurdering**

Dato: **30. april 1999**

Rev. – Dato

Oppdrag- /
Rapportnr. **52304 – 1**

Oppdragsansvarlig: **Harald Systad**

Sign.: *Harald Systad*

Saksbehandler: **Rannveig Nordhagen**

Sign.: *Rannveig Nordhagen*

Kontaktperson
hos Oppdragsgiver: **Tone Bjerkestrand**

Sammendrag:

På grunnlag av tidligere utførte undersøkelser, samt nye felt- og laboratoriearbeider er forurensningssituasjonen ved det tidligere brannøvingsfeltet på Flesland beskrevet, og det er foretatt en risikovurdering.

Løsmassene på øvingsfeltet består av fyllmasser av hovedsakelig stein og grus, med noe sand og enkelte blokker over berg. Så å si hele det nedlagte brannøvings-feltet ligger i et utsprenget bergskjæringsområde der den gjennomsnittlige løsmassemektheten anslås å være 1 m, slik at det utgjør et løsmassevolum på anslagsvis 5000 m³. Ved graving av prøvegroper 06.01.99 ble det avdekket olje i grunnen. Organiske analyser av løsmassene bekrefter gjennomgående høyt innhold av mineralolje, til dels høyt innhold av PCB og forhøyet innhold av PAH. I tillegg viste de uorganiske analyseresultatene at løsmassene har høye innhold av bly og sink.

Utførte undersøkelser viser at løsmassene på brannøvingsfeltet inneholder miljø- og helseskadelige stoffer, men at forurensningen i dagens situasjon ikke ser ut til å forårsake noen negative effekter på omgivelser og resipient. Det kan tyde på at påviste forurensningsstoffer ikke løses ut i grunnvannet, men er knyttet til den finstoffrike delen av løsmassene.

De topografiske og geologiske forholdene forhindrer sigevannet fra brannøvingsfeltet i å nå bebyggelsen i nordvest og forurense overflate- og grunnvannsbrønner i dette området.

Samlet vurderes risikoen for negative miljøeffekter som følge av den påviste forurensningen i løsmassene på brannøvingsfeltet som liten. Ved uendret arealbruk anses det derfor ikke nødvendig med videre undersøkelser.

Overvåking anbefales som tiltak i dagens situasjon, mens ved endret anvendelse av arealet må nye undersøkelser, tiltak og restriksjoner vurderes.

Det foreslås et overvåkingsprogram for bekken nedstrøms brannøvingsfeltet, der det tas prøver fra de tidligere prøvestedene nr. 6 og 7 to ganger i året over en periode på 3 år. Prøvetakingstidspunkt bør utføres i slutten av en lengre periode med lite nedbør og relativt høy lufttemperatur, og i en lengre regnværperiode med store nedbørsmengder.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	3
2.	Historikk. Bakgrunn	3
3.	Utførte undersøkelser	4
3.1	Feltarbeider.....	4
3.2	Laboratoriarbeider	4
3.3	Kontorarbeider	5
4.	Resultater fra målinger og kjemiske analyser. Feltobservasjoner	5
4.1	Feltobservasjoner. Prøvegrop	5
4.2	Analyseresultater. Løsmasser	6
4.2.1	Organiske forbindelser.....	6
4.2.2	Uorganiske stoff. Tungmetaller.....	8
4.3	Analyseresultater. Vannprøver	9
4.3.1	Feltparametre	9
4.3.2	Organiske forbindelser.....	9
4.3.3	Uorganiske stoff. Tungmetaller.....	10
5.	Geologi og hydrogeologi	11
5.1	Berggrunn	11
5.2	Løsmasser	11
5.3	Hydrogeologi. Spredningsveger	11
6.	Brannøvingsfelt. Kildekarakterisering	12
7.	Arealbruk. Grunnvann. Resipienter	13
8.	Risikovurdering	13
8.1	Giftighetskarakterisering	13
8.2	Eksponeringsvurdering	14
8.3	Kvalitativ risikovurdering	14
9.	Konklusjoner. Tiltaksvurdering	15
9.1	Tiltak i dagens situasjon	15
9.2	Tiltak ved endrede forhold	15
10.	Referanser	16

Tegninger

52304 -0	Oversiktskart
-1	Områdekart med fyllingsområder og prøvetakingspunkt for løsmasser og overflatevann. Geologiske, hydrogeologiske og hydrologiske forhold
-2	Kartutsnitt av tidligere brannøvingsfelt med prøvetakingspunkt for løsmasser
-11	Typisk snitt prøvegrop

Vedlegg

Vedlegg 1	Analysebevis fra SINTEF Kjemi, Oslo
Vedlegg 2	Analysebevis fra Landbrukets analysesenter, Ås

1. Innledning

På oppdrag for Forsvarets bygningstjeneste (FBT) har NOTEBY tidligere utført innledende, miljøtekniske grunnundersøkelser (NOTEBY-rapport 36960.1 datert 30.09.92, ref. /1/) ved Fyllplass Nord på Forsvarets område på Flesland flystasjon i Bergen. Området ligger like sør for Steinfjelltjern hvorfra det tas drikkevann til noen nærliggende husstander og hytter. NOTEBY har senere foretatt en utvidet undersøkelse (NOTEBY-rapport 36960.2 datert 26.10.93, revidert 11.11.93, ref. /2/), som i tillegg til Fyllplass Nord omfattet det tidligere brannøvingsfeltet lenger sør, mellom fyllplassen og flyplassens rullebane.

De tidligere undersøkelsene dannet bl.a. grunnlag for en analyse av de konsekvenser eventuell forurensning fra fyllplassen og brannøvingsfeltet har for miljøet, da først og fremst med tanke på Steinfjelltjern som drikkevannskilde, utnytting av grunnvannsforekomster i området og nærheten til boligbebyggelsen generelt. Undersøkelsene viste at sigevann fra fyllingen påvirket miljøet i nedslagsfeltet. Senere overvåking (NOTEBY-rapport 36960.3 datert 03.07.97, ref. /3/) av vannforurensningen viste imidlertid at bruk av grunnvannet nord for Fyllplass Nord ikke innebærer noen helsetrussel, slik at drikkevannsbeskyttende tiltak ved Steinfjelltjern og fyllplassen er unødvendig.

I brev av 21.08.98 (ref. 96/6139-10/LRH571.0) anmoder Statens forurensningstilsyn (SFT) Luftfartsverket (LV) å foreta ny vurdering av forurensningssituasjonen ved det tidligere brannøvingsfeltet på Flesland. På oppdrag fra LV har NOTEBY, på grunnlag av tidligere utførte undersøkelser nevnt over, samt nye felt- og laboratoriearbeider, nå vurdert forurensningssituasjonen og foretatt en risikovurdering spesielt for brannøvingsfeltet. Foreliggende rapport inneholder en beskrivelse av disse arbeidene og munner ut i en tiltaksvurdering.

2. Historikk. Bakgrunn

Brannøvingsfeltet ble sannsynligvis tatt i bruk en gang i tidsrommet 1971 – 1978. Øvingsaktiviteten, som har vært drevet av LV, ble avsluttet en gang i 1994. Brannøvingsfeltet ligger på Forsvarets eiendom, og forvaltes i dag av Vestlandets Sjøforsvarsdistrikt (VSD).

LV har kartlagt avfallsfyllinger og områder med forurensset grunn ved norske stamruteplasser, inklusive Bergen lufthavn, der det tidligere brannøvingsfeltet på Flesland ble klassifisert i de innledende undersøkelsenes rangeringsgruppe 2 (rang 2), dvs. behov for undersøkelser. Resultatene er rapportert til SFT i brev fra LV av 29.01.98, hvor LV anser det som ikke nødvendig med oppfølgende undersøkelser i tilknytning til brannøvingsfeltet, på grunnlag av tidligere undersøkelser utført på oppdrag for FBT, som nevnt over. Eventuell grunnforurensning på selve brannøvingsfeltet ble da ikke undersøkt, men kjemiske analyser av overflatevann i området rundt og nedstrøms brannøvingsfeltet, og av grunnvannet nord for brannøvingsfeltet (og fyllplass), avslørte ikke påvirkning av forurensninger.

3. Utførte undersøkelser

Utførte undersøkelser har bestått i felt- og laboratoriearbeider samt arbeider på kontoret i perioden desember 1998 til mars 1999.

Miljøundersøkelsene er utført i henhold til SFT sin "Veiledning for miljøtekniske grunnundersøkelser" (ref./4/), og Norsk Standard NS 9420 (ref./5/).

3.1 Feltarbeider

Feltarbeidene ble utført den 6. januar 1999, og besto i prøvetaking av løsmasser fra selve brannøvingsfeltet samt av vann fra bekk nedstrøms brannøvingsfeltet, for analyse av miljøgifter. Prøvetakingspunktene samt inspeksjonsgroper er avmerket på plantegningene nr. 52304 -1 og -2.

Det er tatt opp tre prøveserier (PG 1 – PG 3) fra løsmassene ved graving av tre groper med gravemaskin. Massene ble beskrevet mhp. farge, lukt og type løsmasser. Det ble gravet ytterligere seks groper for inspeksjon av grunn- og forurensningsforhold på de sentrale deler av brannøvingsfeltet. I alle gropene er det gravet ned til bergoverflaten.

Prøvegropene ble satt ut og målt inn med målebånd i forhold til eksisterende grunt kar av betong (ca. 25 m x 6 m) på brannøvingsfeltet. Høydenivå er anslått på grunnlag av kartet, tegning nr. 52304 -1, som angir kote 61-62 på hele brannøvingsfeltet.

NOTEBY har tidligere tatt vannprøver i to punkt i en bekk nedstrøms og sørvest for brannøvingsfeltet. Bekken kommer ut under fyllingsfot 100 m SV for brannøvingsfeltet, hvor prøve nr. 6 er tatt. Den andre prøven, nr. 7, er tatt 100-150 m lenger mot sørvest, ved foten av ytterligere en steinfylling nedstrøms brannøvingsfeltet.

3.2 Laboratoriarbeider

Løsmasse- og vannprøvene ble sendt til eksterne analyselaboratorier for kjemisk analyse.

Det planlagte kjemiske analyseprogrammet, se tabell 3.A og 3.B under, omfattet organiske og uorganiske (tungmetaller) analyser av både jord- og vannprøver. Vannprøver for organiske analyser ble tilsatt 0,6 ml suprapur svovelsyre (H_2SO_4) pr. liter prøve. Vannprøver for uorganiske analyser ble filtrert (0,45 μm) og tilsatt 5 ml salpetersyre (HNO_3) pr. liter prøve.

Tabell 3.A: *Analyseprogram jordprøver*

	Cu	Zn	Cd	Pb	Ni	Cr	Hg	THC	PAH ₁₆ EPA	PCB ₇
PG 1, 0,3 m	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PR 2, 0,3 m								X		
PR 3, 0,5-0,7 m	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabell 3.B: *Analyseprogram vannprøver*

	Cu	Zn	Cd	Pb	Ni	Cr	Hg	THC
6	X	X	X	X	X	X	X	X
7	X	X	X	X	X	X	X	X

SINTEF Kjemi i Oslo har utført de organiske analysene av PCB (polyklorerte bifenyler), PAH (polyaromatiske hydrokarboner) og THC (totalt hydrokarboner) mens Landbrukets analysesenter på Ås har utført de uorganiske analysene av kobber (Cu), sink (Zn), kadmium (Cd), bly (Pb), nikkel (Ni), krom (Cr) og kvikksølv (Hg). Nærmere beskrivelse av analysemetoder er gitt i laboratorienes analysebeviser i hhv. Vedlegg 1 og 2.

3.3 Kontorarbeider

Kontorarbeidene har bestått i gjennomgang og sammenstilling av tidligere utførte undersøkelser som er beskrevet i innledningskapittelet, foruten rapportering av de siste utførte undersøkelsene med risiko- og tiltaksvurdering.

4. Resultater fra målinger og kjemiske analyser. Feltobservasjoner

4.1 Feltobservasjoner. Prøvegroper

Lokalisering av jordprøvetakingspunkter og inspeksjonsgroper er vist på rapportens plantegninger nr. 1 og nr. 2, i henholdsvis liten og stor målestokk. Punktene der det er tatt jordprøver er merket PG 1 – PG 3.

Bergoverflaten i gravepunktene, alle med terrenghøyde på antatt kote 61 – 62, ligger i dybde 0,6 – 0,8 m, og det ble målt en vannstand i gropene i dybde 0,2 – 0,6 m.

Løsmassene i gropene er grove, og består hovedsakelig av stein og grus. I alle gropene nord, sør og vest for betongkaret ble det observert tydelig oljeforurensning med svarte løsmasser, oljefilm på vannflate og markant oljelukt. I inspeksjonsgropen vel 10 m vest for PG 2 ble det observert tydelig innsig av svart oljeforurensset vann fra øst. Dette er vist på fotografi, fig. 4.1.

I de tre gropene øst for karet ble oljeforurensning ikke observert.

Typisk snitt av prøvegrop er illustrert på tegning nr. 52304 -11.



Fig 4.1 Inspeksjonsgrop vel 10 m vest for PG 2 som viser innsig av svart oljeforurensent vann.

1.1 Analyseresultater. Løsmasser

Det foreligger ikke kriterier for klassifisering av forurensent jord etter forurensningsgrad i Norge. Som et grunnlag for vurdering av analyseresultatene har vi referert til SFTs tabell over "Foreløpige normverdier for forurensent jord, mest følsomt arealbruk" (SFT-normen for "ren jord") som er angitt i rapport nr. 95:09, "Håndtering av grunnforurensningssaker. Foreløpig saksbehandlingsveileder" (ref./6/).

1.1.1 Organiske forbindelser

Det er utført THC (totalt hydrokarboner)-analyse på tre jordprøver, og i tillegg PCB₇ (polyklorerte bifenyler) og PAH_{16EPA} (polyaromatiske hydrokarboner) på to av dem. Resultatene av analysene er vist i tabell 4.2.1A, 4.2.1B og 4.2.1C. Analysebeviset fra SINTEF Kjemi er vist i vedlegg 1 hvor også anvendte analysemetoder og kvantifiseringsgrenser er beskrevet.

Tabell 4.2.1A: Analyseresultater. B = benzen, T = toluen, EX = sum etylbenzen og xylener

Prøve	Dybde	Tørrstoff	Sum BTEX	Sum BTEX og C3-C4 alkyl- benzener	Sum bensin*	Sum min.olje**
	m	%	mg/kg tørt materiale			
PG 1	0,3	87	-	-	-	14000
PG 2	0,3	82	-	-	-	9500
PG 3	0,5-0,7	78	-	-	-	37000
SFT-norm						100

- = Ikke påvist

* = Med bensin menes sum hydrokarboner i karbontallsområdet C6 – C10

** = Med mineralolje menes sum av påviste oljedestillater, inkludert white-spirit, parafin, diesel, fyringsolje og smøreolje til C32.

Det ble ikke påvist aromatiske hydrokarboner (BTEX) eller bensin i noen av jordprøvene.

Alle prøvene inneholder høye konsentrasjoner av mineralolje som sannsynligvis er bl.a. parafin ("flybensin") og smøreolje. Påviste konsentrasjoner overskrider SFT-normen for "ren jord" 95 – 370 ganger, med klart høyest verdi i PG 3, lengst sør på brannøvingsfeltet.

Tabell 4.2.1B: Resultater av 16 EPA-utvalgte PAH og utvidet screening-analyse.

Prøve	Dybde	SUM PAH _{16EPA} *	Benzo(a)-pyren
	m	mg/kg tørt materiale	
PG 1	0,3	3,7	0,04
PG 3	0,5-0,7	10,4	0,21
SFT-norm		5	0,1

* = egen PAH-analyse, se analysebevis for fordelingen av de enkelte PAH-forbindelsene

Påviste konsentrasjoner av PAH i de to prøvene det er analysert på er lave, men overskrides i PG 3 SFT-normen 2 ganger for både summen av kvantifiserte PAH-forbindelser og for enkeltforbindelsen benzo(a)-pyren.

Tabell 4.2.1C: Analyseresultater PCB₇

Prøve nr.:	PCB ₂₈	PCB ₅₂	PCB ₁₀₁	PCB ₁₁₈	PCB ₁₅₃	PCB ₁₃₈	PCB ₁₈₀	ΣPCB ₇
	µg/kg tørt materiale							
PG 1 (0,3 m)	-	-	-	-	2	-	2	4
PG 3 (0,5-0,7 m)	1,7	6,5	17	7,5	23	17	12	84,7
Kvantifiserings- grense	2	2	2	2	2	2	2	
SFT-norm								20

Det er påvist PCB i begge de to prøvene det er analysert på, og i PG 3 er konsentrasjonen av summen av de syv kvantifiserte PCB-kongenerene ("seven-dutch") 84,7 µg/kg, dvs. over 4 ganger SFT-normen på 20 µg/kg.

4.2.2 Uorganiske stoff. Tungmetaller

To løsmasseprøver er analysert for kobber (Cu), sink (Zn), kadmium (Cd), bly (Pb), nikkel (Ni), krom (Cr) og kvikksølv (Hg). Resultatene av analysene er vist i tabell 4.2.2, sammen med SFT-normen samt grenseverdier for tungmetaller i slam gitt i "Forskrift om avløpsslam", ref. /7/.

Analysebeviset fra Landbrukets analysesenter er vist i vedlegg 2, der også anvendte analysemetoder og nedre bestemmelsesgrenser/kvantifiseringsgrenser er nærmere beskrevet. Kvantifiseringsgrenser vil si det laveste nivå laboratoriet oppgir kvantitative resultater. Den oppgis å være 3,3 ganger deteksjonsgrensen.

Tabell 4.2.2: Analyseresultater uorganiske analyser av løsmasseprøver.

Prøve Nr.	Dybde, m	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	Hg
		mg/kg tørrstoff						
PG 1	0,3	45,8	117	105	0,7	30	30	0,019
PG 3	0,5-0,7	104	401	729	1	38,7	42,3	0,050
Kvantifiserings- grense		0,1	0,3	1,2	0,1	0,3	0,2	0,005
SFT norm		100	150	50	1	30	100	1
Forskrift om avløpsslam		1000	1500	100	4	80	125	5

Sett i forhold til SFT-normen så overskrides denne i begge de to analyserte prøvene for bly (Pb). Blyinnholdet er særlig høyt i PG 3 der det er påvist en Pb-konsentrasjon på nesten 15 ganger høyere enn SFT-normen. I PG 1 er Pb-konsentrasjonen vel 2 ganger høyere enn SFT-normen. For øvrig er det mindre overskridelser av SFT-normen (1,3-2,7 ganger) i PG 3 for tungmetallene sink (Zn), nikkel (Ni) og kobber (Cu).

4.3 Analyseresultater. Vannprøver

Lokalisering av prøvetakingspunkter for vann, er vist på rapportens plantegning nr. 1. Punktene er merket 6 og 7, som er betegnelsen som ble gitt ved de tidligere utførte undersøkelsene.

I mangel av andre normer for vurdering av kvalitet på grunnvann er prøvene klassifisert etter Forskrift om vannforsyning og drikkevann (ref./8/).

4.3.1 Feltparametre

Samtidig med prøvetakingen ble feltparametrene pH, temperatur og ledningsevne målt. Resultatene fra disse målingene er vist i tabell 4.3.1.

Tabell 4.3.1: *Feltparametre*

	6	7
Dato, prøvetatt	06.01.99	06.01.99
Prøve temperatur (°C)	4,8	5,1
pH	7,4	6,9
Ledningsevne (mS/cm)	0,07	0,11
Prøve farge	Klar, blank	Klar, blank
Prøve lukt	Svak råtten	Nei
Prøve partikler	Nei	Nei

Vannet i bekken som er prøvetatt er nær nøytralt, med pH-verdier på 6,9 og 7,4. Ledningsevnen på 0,07 og 0,11 mS/cm ligger innenfor det som er normalt for ferskt grunnvann og overflatevann.

4.3.2 Organiske forbindelser

Det er utført GC/MS screening-analyse for bestemmelse av innhold av oljerelaterte hydrokarboner (THC) i de to vannprøvene. Resultatene av analysene er vist i tabell 4.3.2. Analysebeviset fra SINTEF Kjemi er vist i vedlegg 1 hvor også anvendte analysemetoder og kvantifiseringsgrenser er beskrevet.

Tabell 4.3.2: Analyseresultater vann. B = benzen, T = toluen, EX = sum etylbenzen og xylener

Prøve	Sum BTEX	Sum bensin*	Sum min.olje**
	µg/l		
6	-	-	-
7	-	-	-
Drikkevannsforskriftens krav til drikkevann – største tillatte konsentrasjon			10***

- =Ikke påvist

* =Med bensin menes sum hydrokarboner i karbontallsområdet C6 – C10

** =Med mineralolje menes sum av påviste oljedestillater, inkludert white-spirit, parafin, diesel, fyringsolje og smøreolje til C32.

*** =Oppløste eller emulgerte hydrokarboner (etter ekstraksjon med petroleumseter)

Det ble ikke påvist oljerelaterte hydrokarboner i noen av de to vannprøvene.

4.3.3 Uorganiske stoff. Tungmetaller

Tre vannprøver er analysert for kobber (Cu), sink (Zn), kadmium (Cd), bly (Pb), nikkel (Ni), krom (Cr) og kvikksølv (Hg). Resultatene av analysene er vist i tabell 4.3.3. Analysebeviset fra Landbrukets analysesenter er vist i vedlegg 2, der også anvendte analysemetoder og nedre bestemmelsesgrenser er nærmere beskrevet.

Tabell 4.3.3: Analyseresultater uorganiske analyser av vannprøver.

	6	7	Kvantifiseringsgrense	Drikkevannsforskriftens krav til drikkevann – største tillatte konsentrasjon
	mg/l			
Zn	0,0051	0,0143	0,0015	0,3
Hg	-	-	0,00005	0,0005
Cu	0,0032	0,0065	0,003	0,3
Cd	-	-	0,001	0,005
Pb	-	-	0,015	0,02
Ni	-	-	0,005	0,05
Cr	-	-	0,002	0,05

- = under kvantifiseringsgrense/nedre bestemmelsesgrense

Påviste konsentrasjoner er lave og ligger stort sett under analysemetodens nedre bestemmelsesgrense for de prioriterte tungmetallene. For sammenlikning vises det til at denne grensen, samt påviste konsentrasjoner av prioriterte tungmetaller, uten unntak er lavere enn drikkevannsforskriftens krav til største tillatte innhold i drikkevann.

Analysene av prøvene fra pkt. 6 og 7, samt fra de andre tidligere prøvestedene for overflatevann som ble prøvetatt sommeren 1993, viste også lave eller ingen konsentrasjoner av verken uorganiske stoff eller organiske forbindelser.

5. Geologi og hydrogeologi

Informasjon om det undersøkte områdets geologi, hydrogeologi og hydrologi er bl.a. hentet fra NOTEBY-rapport nr. 36960.2, nevnt i innledningskapitlet.

5.1 Berggrunn

Bergartene i området er for det meste lys anortositt i veksling med mørkere amfibolittlag og gneisbergarter av forskjellig karakter. Stedvis har berggrunnen en skifrig struktur dominert av en lagdeling som stryker i retning Ø-V/SØ-NV med varierende fall, vesentlig mot sør. Hovedsprekkeretningen har strøk omkring N-S, normalt på lagdelingen, og steilt fall.

Svakhetssonene i berggrunnen har i grove trekk samme orientering som hovedsprekkeretningen, dvs. noe vekslende men nær N-S. De mest markerte sonene har retning N/NØ-S/SV og N/NV-S/SØ. Det er også tegn til et tversgående system av Ø-V-orienterte svakhetssoner. Sonenes antatte forløp er inntegnet på kartet på tegning nr. 52304 -1.

Svakhetssonene antas generelt å bestå av løst, oppsprukket berg sammen med sleppemateriale.

5.2 Løsmasser

Det naturlige terrenget i undersøkelsesområdet er generelt grunnlendt med mye berg i dagen. I forsøkninger og søkk har det flere steder dannet seg myrområder hvor det må påregnes å ligge torv over tynnere lag av silt og sand samt tett, fast bunnmorene over berg.

De naturlige løsmasseavsetningene utenom myrområdene består av spredte partier med tynt dekke av forvittringsjord og områder med morene i terrengfordypninger.

Løsmasseforholdene i området er ellers sterkt preget av de utfylte sprengsteinsmassene som det også ligger et tynnere lag av (avretting) på brannøvingsfeltet. Løsmassemektigheten, eller dybden til bergoverflaten varierer her noe, men ligger rundt 1 m. I tillegg viste gravingene av prøvegrøper på brannøvingsfeltet at løsmassene der består av fyllmasser av hovedsakelig stein og grus, med noe sand og enkelte blokker over berg. Så å si hele det nedlagte brannøvingsfeltet ligger i et bergskjæringsområde.

5.3 Hydrogeologi. Spredningsveger

På grunn av den omfattende planeringen av området på og omkring brannøvingsfeltet, infiltrerer nedbørsvannet nedover i fyllingsprofilen frem til bergoverflaten, eventuelt til tette naturlige løsmasseavsetninger. Videre under fyllingene dreneres vannet på det tette og sannsynligvis sterkt hellende underlaget supplert med markvann fra fyllingsoverflatene, mot sørvest. Det vil derfor ikke kunne bygge seg opp noe grunnvannsbasseng av betydning i steinfyllingene.

Selv vann som har trengt ned i det flåsprengte, opprevne overflateberget under skjæringspartiene, som under brannøvingsfeltet, vil hovedsakelig dreneres ut av berget igjen i kanten av skjæringene, siden bergoverflaten her faller sterkt av.

På selve brannøvingsfeltet, med fyllingsmektighet på ca. 1 m, vurderes observert vannstand den 06.01.1999 i dybde ca. 0,5 m i fyllmassene å være midlertidig/sesongartet og antas å representere grunt grunnvann.

Med de beskrevne geologiske forholdene i området, så vil grunnvannsavrenningen i naturlig terreng generelt sett være sterkt underordnet overvannsavrenningen. Bergartene i området har

dessuten lav vanngiverevne (kfr. NGU sitt hydrogeologiske kart over Bergen, ref. /9/) og kan karakteriseres som lite gjennomtrengelig for grunnvann, noe som er dokumentert bl.a. i undersøkelser utført i samme bergartskompleks ca. 6 km lenger sørvest (ref./10/), hvor det ble beregnet gjennomsnittlige permeabiliteter i størrelsesorden 10^{-8} m/s. Permeabilitetsverdiene er lave og indikerer tett berg. Utenom svakhetssonene kan vanntransport gjennom berget derfor neglisjeres.

I høyere liggende partier, over tidligere laveste grunnvannstand, kan løst sleppemateriale i svakhetssoner til en viss grad være vasket ut slik at sonene har blitt åpnere og mer permeable i toppen enn dypere ned. Eventuelt overflatevann og grunt grunnvann som dreneres inn i svakhetssonene vil renne grunt videre langsetter disse, fortrinnsvis vestover og sørvestover fra brannøvingsfeltet til sjøen som grunt grunnvann.

Svakhetssoner som kan berøre brannøvingsfeltet stryker N/NØ-S/SV og nær Ø-V, og tilsvarer en hoveddreneringsveg for grunnvann, og eventuell sigevannspåvirket grunnvann, også i vest/sørvestlig retning, mot sjøen. I grunnlendte områder som her, følger grunnvannsnivåene stort sett topografien, og grunnvannsskillene er da gjerne sammenfallende med overflatevannskillet. Overflatevannskillene er lagt inn på tegning nr. 52304 -1. Et grunnvannsskille, tilsvarende overflatevannskillet markert av terreng høyden øst for brannøvingsfeltet, eksisterer i de gjennomsettende svakhetssonene hvorfra grunnvann dreneres både mot vest og øst.

Nedslagsfeltet som brannøvingsfeltet ligger innenfor er lite og det er lite fremmedvann som drenerer gjennom lokaliteten og sørvestover mot sjøen via bekken som det er tatt vannprøver fra (pkt. 6 og 7). Bekken vurderes å representere grunt grunnvann der den kommer ut i fyllingsfoten ved pkt. 6.

6. Brannøvingsfelt. Kildekarakterisering

Selve brannøvingsfeltet, der det har vært rundt 20 års brannøvingsvirksomhet, utgjør ca. 5 daa eller 5000 m². På grunnlag av de utførte gravingene av prøve-/inspeksjonsgroper anslås den gjennomsnittlige løsmassemektheten på øvingsfeltet å være 1 m, slik at det her ligger et løsmassevolum på anslagsvis 5000 m³.

Rundt karet av betong, som er den sentrale delen av øvingsfeltet, ble det under de tidligere utførte undersøkelsene i 1993 observert tydelig oljesøl på bakken. Det var lukt av olje og det var et overflatesjikt av olje i vannet i karet. Før gravingen den 06.01.99 kunne ikke noe av dette registreres. Området har i den senere tid blitt ytterligere planert og avrettet med et overflatelag av pukk. Ved graving av gropene ble imidlertid olje i grunnen avdekket, som beskrevet i kapittel 4, og de organiske analysene av løsmasser fra området bekrefter gjennomgående høyt innhold av mineralolje, til dels høyt innhold av PCB og forhøyet innhold av PAH. I tillegg viste de uorganiske analyseresultatene at løsmassene har høyt blyinnhold, og forhøyet innhold av sink. Av de undersøkte gropene er det PG 3 i området nedstrøms og 30 m sør for karet som har løsmasser med mest forurensning.

De påviste miljøgiftene er typisk relaterte til brannøvingsvirksomheten der det er benyttet parafin ("flybensin") og trolig spillolje som tennmidler.

De uorganiske analysene er utført på fraksjonen < 2 mm, mens de organiske analysene er utført på ekstrakt fra prøvene. Løsmassene består i stor grad av stein og grus, anslagsvis 80 %, og i mindre grad av materiale med kornstørrelse < 2 mm. Gjennomsnittkonsentrasjonen av påviste stoff i løsmassene er derfor betydelig lavere enn hva analyseverdiene viser. Utsortert stein og blokk større enn ca. 0,10 m kan klassifiseres som ubetydelig forurensset såfremt forurensningsstoffer (her mulig olje) ikke er klebet til stein-/blokkoverflaten.

7. Arealbruk. Grunnvann. Resipienter

Det finnes drikkevannsinteresser, fortrinnsvis knyttet til overflatevann, i bolig- og hytteområdet nordvest for brannøvingsfeltet. Disse drikkevannskildene ligger i en avstand på minst 200 m (Steinfjelltjern) fra brannøvingsfeltet. Det er i tidligere dokumentasjon (ref. /3/) slått fast at det ikke er noen helsetrussel forbundet med bruk av grunnvannet og overflatevannet i bolig- og hytteområdet. Dette gjelder så vel drikkevannsbruk av overflatevann fra Steinfjelltjern som fra grunnvann i berg nord for brannøvingsfeltet og fyllplassen.

Det er en mulighet for forurensningsstrømning i svakhetssoner (i berg) og i overflatevann fra brannøvingsfeltet og mot sørvest ned mot sjøen, til Raunefjorden. Mellom sjøresipienten og øvingsfeltet er det ca. 350 m, og pga. flyplassens arealbruksrestriksjoner i største delen av dette området, er det her i dag ingen brukerinteresser og dermed ingen konflikter knyttet til grunnvannet i dette området.

Et opp til 100 m bredt belte innenfor sjølinjen vest/sørvest for brannøvingsfeltet ligger utenfor LVs arealer og kan teoretisk benyttes til friluftsliv og rekreasjon. Det er i dette området den prøvetatte bekken har sitt utløp, og hvor det er mulig at eventuelt forurensset overflatevann kan eksponeres for mennesker.

Arealbruken på og omkring brannøvingsfeltet vil i fremtiden fortsette å være luftfartsvirksomhet, og det vil ferdes få eller ingen mennesker på området. Så lenge øvingsfeltet ligger uberørt slik det gjør i dag vurderes den organiske og uorganiske forurensningen som er påvist i løsmassene å være lite tilgjengelige for opptak i mennesker, dyr eller planter. De forurensede massene er tildekket av et nyere avrettingslag, anlagt etter avsluttet brannøvingsaktivitet, av stein og grus.

Skogsområdene øst for brannøvingsfeltet og Langavatnet i sørvest har heller ingen drikkevannsinteresser, og ligger i tillegg utenfor brannøvingsområdets nedslagsfelt.

8. Risikovurdering

Risiko er et uttrykk for den fare som uønskede hendelser representerer for mennesker, miljø eller materielle verdier. Risikoen uttrykkes ved sannsynligheten for og konsekvensene av de uønskede hendelsene.

Risiko = sannsynlighet x konsekvens

Risikovurderingen er utført i tre trinn; giftighetskarakterisering, eksponeringsvurdering og kvalitativ risikovurdering.

8.1 Giftighetskarakterisering

Forurensning fra brannøvingsfeltet som kan representere en mulig fare for helse og miljø er først og fremst PCB, PAH og mineralolje samt bly og sink. Alle stoffene forekommer i konsentrasjoner over SFT-normen og naturlige bakgrunnsverdier.

Spesielt kan PCB og bly resultere i helseskade ved langvarig eller gjentatt eksponering. Det er giftig både overfor vannlevende organismer og pattedyr, og kan være kreftfremkallende slik at giftigheten klassifiseres som stor. PCB er lite oppløselig i vann, mens bly kan være både partikkelbundet og løst i vann (ioneform).

Påviste PAH-komponenter som benzo(a)pyren har gentoksisk og kreftfremkallende virkning ved direkte inntak i lave doser og ved hudkontakt, og har slikt sett stor giftighet. Disse stoffene har samtidig lav flyktighet og vannløselighet.

Giftigheten av mineralolje er avhengig av type oljeprodukt (parafin, diesel, fyringsolje etc.) den inneholder, men i verste fall kan den ha akutte helseeffekter ved inntak. Direkte inntak av de aktuelle mineraloljekomponenter i jordsmonnet kan medføre lungeskader. Kronisk kan det ha mulige langtidseffekter på sentralnervesystemet. Hudkontakt kan gi irritasjon.

Ved ekstremt høye konsentrasjoner kan sink være giftig, men sink ansees ikke å være kreftfremkallende.

8.2 Eksponeringsvurdering

For de identifiserte farestoff vurderes mulige spredningsveger, sannsynligheten for spredning til mottaker/resipient og sannsynligheten for en eksponering som vil gi en negativ effekt ved dagens situasjon.

Utførte undersøkelser på brannøvingsfeltet viser at massene inneholder miljø- og helseskadelige stoffer, mens det grunne grunnvannet, som kommer ut av fyllingsfot lenger vest (pkt. 6) ikke gjør det. Det vil si at forurensningen i dagens situasjon ikke ser ut til å spre seg og forårsake noen negative effekter på omgivelser og resipient. Det kan tyde på at de påviste forurensningsstoffene ikke løses ut i grunnvannet, men er bundet til løsmassene.

Eksponering av tungmetaller (fortrinnsvis bly) via sigevannet mot sørvest representerer en større fare enn eksponering av de påviste organiske stoffene, men slik eksponering via bekken vurderes likevel som lite sannsynlig.

Det er en viss fare for transport av oppløste miljøgifter med grunnvannet i svakhetssonene i berggrunnen vest og sørvest for brannøvingsfeltet, men sannsynligheten for at dette når sjøresipienten og forurenser denne vurderes også som svært lav.

De topografiske og geologiske forholdene forhindrer sigevann fra brannøvingsfeltet i å nå bebyggelsen i nordvest og forurense overflate- og grunnvannsbrønner i dette området. Forløpet av dyperegående svakhetssoner i området gjør det svært lite sannsynlig at sigevann fra brannøvingsfeltet kan nå grunnvannsbrønner via disse, noe som er vist i de tidligere utførte undersøkelsene.

Det vil ikke være fare for direkte fysisk kontakt med forurensede jordmasser slik forholdene er i dag og så lenge grunnen blir liggende urørt. Med relativt grove masser i topplaget vil også graden av eventuelt støvflukt fra brannøvingsfeltet være liten. Samtidig vurderes topplaget å ikke være forurensset da dette er tilført området etter avsluttet øvingsvirksomhet.

8.3 Kvalitativ risikovurdering

Den mulige risiko knyttet til påviste farestoff estimeres ved å sammenholde den potensielle giftighet (konsekvens) med eksponeringsvurderingen (sannsynlighet). På dette grunnlaget konkluderes det med at skadelig eksponering av miljøgifter fra brannøvingsfeltet er meget usannsynlig slik forholdene er i dag.

Eksponeringsmåter med høyest risiko er inntak av jord, direkte hudkontakt og innånding av gasser. Slik eksponering av forurensede løsmasser ved brannøvingsfeltet kan skje bare ved aktiviteter som graving og andre tilsvarende inngrep i grunnen i området.

Forurensede løsmasser på brannøvingsfeltet vil med liten sannsynlighet påvirke vannkvaliteten i bekken, men konsekvensen av eventuell betydelig sigevannspåvirkning og bruk av bekken som drikkevann, i forbindelse med mulig friluftaktivitet, er stor. Risikoen ved arealbruk friluftsliv/rekreasjon vurderes som lav.

Sannsynligheten for at eventuelt sigevann når sjøresipienten via svakhetssoner i berggrunnen vurderes som svært liten, og konsekvenser av eventuell utlekkasje i sjø vurderes også som svært små pga. grunnens og resipientens store renseeffekt. Raunefjorden er en god resipient pga. rask fortynning og stor vannutskiftning.

Det er svært lite sannsynlig at overflate- og grunnvannsbrønner til bebyggelsen i nordvest forurenses av sigevann fra brannøvingsfeltet. Konsekvensen av eventuell betydelig sigevannspåvirkning av drikkevannet er stor. Risikoen ved denne drikkevannsutnyttelsen vurderes dermed som lav.

Generelt vurderes risikoen for menneske og miljø på og omkring brannøvingsfeltet å være meget lav i dagens situasjon. Fra feltet forekommer det i dag verken spredning til drikkevannsbrønner, overflatevann eller til luft, kfr. kap. 7.

9. Konklusjoner. Tiltaksvurdering

Samlet vurderes risikoen for negative miljøeffekter som følge av den påviste forurensningen i løsmassene på brannøvingsfeltet som liten. Ved uendret arealbruk anses det derfor ikke nødvendig med videre undersøkelser.

Overvåking anbefales som tiltak i dagens situasjon, mens ved endret anvendelse av arealet må nye undersøkelser, tiltak og restriksjoner vurderes.

9.1 Tiltak i dagens situasjon

Med dagens forhold og uendret arealbruk anbefales det at brannøvingsfeltets sigevann overvåkes, selv om sannsynligheten for spredning vurderes som liten. Ved innhold av påviste miljøgifter i bekken, som går gjennom friareal ved sjøen, er det relativt stor konsekvens av eventuell bruk av bekken som drikkevann. Det kan ikke ses bort ifra at forurensningssituasjonen kan endre seg ved spesielle klimatiske forhold, som for eksempel ekstrem nedbør eller tørke. Det foreslås derfor et overvåkingsprogram for bekken nedstrøms brannøvingsfeltet, der det tas prøver på de tidligere prøvestedene nr. 6 og 7 to ganger i året over en periode på 3 år. Vannprøver bør analyseres for innhold av både organiske og uorganiske parametre. Prøvetakingstidspunkt bør som nevnt utføres i slutten av en lengre periode med lite nedbør og relativt høy lufttemperatur, og i en lengre regnværsperiode med store nedbørsmengder.

Etter gjennomføring av det beskrevne overvåkingsprogrammet vil man også kunne få et bedre statistisk grunnlag for vurdering av forurensningssituasjonen og vurdering av eventuelle tiltak.

9.2 Tiltak ved endrede forhold

Ved grave-/anleggsarbeider på eller nær brannøvingsfeltet kan gravemasser ikke uten videre disponeres fritt som rene masser, men som forurensede masser. Det må i så fall iverksettes aktive tiltak, og det anbefales da å fjerne de forurensede massene, som antas å utgjøre maksimalt 5000 m³. Ved et slikt tiltak må det påregnes å etablere system for sortering, vasking/stiming og mellomlagring av masser samt system for håndtering av forurensset sigevann.

Sluttdisponering av forurensede masser, som anslås å utgjøre ca. 20 %, dvs. 1000 m³ av løsmassene på brannøvingsfeltet, vil koste anslagsvis kr 1-2 millioner. I tillegg kommer kostnader forbundet med sortering og behandling på stedet samt opparbeiding av egnet anlegg for disse aktivitetene.

10. Referanser

- /1/ NOTEBY-rapport nr. 36960.1 av 30.09.1992. Flesland flystasjon. Fyllplass Nord. Miljøtekniske grunnundersøkelser
- /2/ NOTEBY-rapport nr. 36960.3 av 03.07.1997. Flesland flystasjon. Fyllplass Nord, lokalitet 1201 013. Overvåking av forurensning
- /3/ NOTEBY-rapport nr. 43312.1 av 11.01.1999. Etterbruk av Fornebu. 7 lokaliteter Fornebu Nord. Miljøtekniske grunnundersøkelser. Vurderingsrapport
- /4/ SFT veiledning 91:01
"Veiledning for miljøtekniske grunnundersøkelser"
- /5/ Norsk Standard NS 9420. Retningslinjer for feltarbeid i forbindelse med miljøovervåking og -kartlegging. 1. utgave februar 1998
- /6/ SFT rapport nr. 95:09, "Håndtering av grunnforurensningssaker"
Foreløpig saksbehandlingsveileder
- /7/ Statens forurensningstilsyn (SFT). Forskrift om avløpsslam. 1995
- /8/ Sosial- og helsedepartementet
Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m., 1996
- /9/ Norges Geologiske Undersøkelse. Ellingsen, K. Hydrogeologisk kart 1115 I.
M 1:50 000. 1975
- /10/ NOTEBY-rapport nr. 51663.1 av 13.05.1997. Fyllplasser i Rådalen.
Hydrogeologiske miljøundersøkelser
- /11/ NOTEBY-rapport nr. 36960.2rev. av 11.11.1993. Flesland flystasjon, Bergen.
Fyllplass Nord og brannøvingsfelt. Hydrogeologisk kartlegging. Vannprøvetaking og –
analyse. Vurdering av forurensningstilstand
- /12/ SFT rapport nr. 91:04, "Petroleumsprodukter. Hovedtyper, sammensetning og
helsevurdering"

Arkivreferanser:

Fagområde:	Miljøteknikk. Miljøgeologi		
Stikkord:	Brannøvingsfelt. Olje. PCB. Tungmetall. Spredningsveger		
Land/Fylke:	Hordaland	Kartblad:	1115I
Kommune:	Bergen	UTM koordinater, Sone:	32V
Sted:	Flesland	Øst: 2909	Nord: 66921

Distribusjon:

- ☒ Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
☐ Intern
☐ Fri

Dokumentkontroll:

		Dokument 30.april 1999		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet								
	Kontrollert	30.04.99	HS.						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	30.04.99	RNo						
	Kontrollert	30.04.99	HS.						
Teknisk innhold	Utarbeidet	30.04.99	RNo						
	Kontrollert	30.04.99	HS.						
Format	Utarbeidet	30.04.99	RNo						
	Kontrollert	30.04.99	HS.						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Seksjonsleder/Avdelingsleder)					Dato: 30.04.99	Sign.: HS.			

SINTEF KjemiAdresse/Address:
Postboks 124 Blindern
N-0314 Oslo 3, NORWAYBesøksadresse/Location:
Forskningsveien 1Telefon/Telephone:
+47 22 06 73 00Telefax:
+47 22 06 73 50Telex:
71 536 SI NForetaksregisteret:
NO 948 007 029 MVANoteby A/S avd Bergen
Postboks 153
5040 Paradis

Att.: Rannveig Nordhagen

RapportDeres ref.:
52304/RNoVår ref.:
G.TvetenDirekte innvalg:
22067981Oslo,
1999-01-20Oppdrag nr.:
664137.60

Oppdragets tittel:

Prøveserie:
1999-010**ANALYSE AV OLJERELATERTE FORBINDELSER, POLYSYKLISKE
AROMATISKE HYDROKARBONER, PAH OG POLYKLORETE BIFENYLER,
PCB.****Prøveserie: 52304 Styringsnavn: Bergen lufthavn, Flesland**

Følgende prøver ble mottatt 08.01.99 for analyse.

Prøve merket	Serie nr	Analyseparameter		
Jordprøver	1999-010	Screening	PAH 16	PCB 7
PG 1	1	x	x	x
PG 2	2	x		
PG 3	3	x	x	x
Vannprøver				
6	4	x		
7	5	x		

Bestillingsbrev av 07.01.99

Eksperimentelt

Prøvene ble oppbevart i kjølerom til analysene ble utført.

Jordprøvene:

Etter homogenisering ved omrøring, ble en del av prøvene veid ut til analyse og en del til tørrstoffbestemmelse.

Tørrstoffbestemmelsen ble utført etter Norsk standard NS 4764.

Indre standard blandinger til de aktuelle analysene ble tilsatt, og prøvene ekstrahert med diklormetan/metanol/vann i ultralydbad og på ristebord.

Oljerelaterte hydrokarboner

Analysen ble utført med en GC/MS-screening teknikk.

PAH-analyse

Ekstraktene ble analysert på en gasskromatograf med masseselektiv detektor (GC/MS).

Til identifisering av de forskjellige PAH komponentene ble den enkelte forbindelses molekyl ion innenfor et bestemt tidsintervall registrert. De enkelte PAH komponentene ble kvantifisert ved hjelp av en PAH-standardblanding og de tilsatte indre standarder.

PCB-analyse

2/3 av diklormetan-ekstraktene ble erstattet med sykloheksan, og dampet inn til ca 2ml.

Ekstraktene ble rensert med konsentrert svovelsyre, TBA og SCX/SI-kromatografering. Prøve PG 3 ble i tillegg behandlet med etanolisk lut.

PCB ble bestemt gasskromatografisk med Electron Capture detektor (GC/ECD.)

Identifiseringen av enkeltforbindelser ble basert på sammenlikning av retensjonstider samt mønstergjenkjenning

Kvantifiseringen ble utført ved bruk av både intern og ekstern standard.

Vannprøvene

Prøvene var konserverte med svovelsyre av oppdragsgiver. Prøvene ble dekantert og ekstrahert med diklormetan tilsatt en indre standard blanding.

Analysen ble utført med en GC/MS-screening teknikk.

Med hilsen

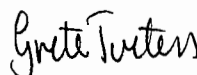
SINTEF Kjemi



Nina Gjøs

Laboratorieleder

Miljøteknologi og analyse



Grete Tveten

Prosjektleder

Vedlegg: Analyseresultater
 5 Kromatogrammer
 PAH-tabell

Spesielle betingelser

Resterende prøvemateriale oppbevares på SINTEF Kjemi i 6 måneder etter at oppdraget er utført om ikke annet avtales med oppdragsgiver. Analyseresultater rapportert i dette dokument er frembragt ved analyse av de anførte prøver i den stand de ble mottatt. SINTEF Kjemi tar intet ansvar for oppdragsgivers bruk av resultatene eller for konsekvenser av slik bruk. *Delvis* kopiering av denne rapport er ikke tillatt uten skriftlig samtykke fra SINTEF Kjemi.

VEDLEGG: Analyseresultater / kommentarer, rapport av 20.01.99

Oppdragsgiver: NOTEBY A/S	Ref.: 52304
SINTEF Oslo pr.nr: 664137.60	Serienr. 1999-010

Prøveserie:	52304
Styringsnavn:	Bergen lufthavn, Flesland

Tabell 1. Analyseresultater. B = benzen, T = toluen, EX = sum etylbenzen og xylener

Prøve	Serienr. 1999-010	Prøvetype (tørrestoff %)	B	T	EX	Sum BTEX	Sum bensin *	Sum min.olje **
			mg/kg tørt materiale					
PG 1	1	Jord (87)	-	-	-	-	-	14000
PG 2	2	" (82)	-	-	-	-	-	9500
PG 3	3	" (78)	-	-	-	-	-	37000
		Vann	µg/l					
6	4	"	-	-	-	-	-	-
7	5	"	-	-	-	-	-	-

- = ikke påvist

* = Med bensin menes sum hydrokarboner i karbontallsområdet C6-C10

** = Med mineralolje menes sum av påviste oljedestillater, inkludert whitespirit, parafin, diesel, fyringsolje og smøreolje til C32.

Kommentarer:

I prøve PG 1 og PG 3 ble det påvist hydrokarboner i karbontallsområde C9-C32. Sannsynlig kilde er en blanding av to eller flere oljedestillat. Det letteste destillatet kan være en type parafin (flybensin) og det tyngste destillatet er sannsynligvis en type smøreolje.

I prøve PG 1 utgjorde parafinfraksjonen ca 50% av det totale oljeinnholdet, og i prøve PG 3 ca. 30%.

Prøvene ble også analysert for PAH og PCB. Se Tabell 2.

I prøve PG 2 ble det påvist en type parafin.

Det ble ikke påvist oljerelaterte hydrokarboner i vannprøvene.

Tabell 2

Resultatene av PAH-analysen er gitt i mg/kg tørt materiale.

Resultatene av PCB-analysen er gitt i µg/kg tørt materiale

Prøve	Serie nr 1999-010	SUM PAH	PCB-28	PCB-52	PCB-101	PCB-118	PCB-153	PCB-138	PCB- 180
		mg/kg	µg/kg						
PG 1	1	3,7	-	-	-	-	2	-	2
PG 3	3	10	1,7	6,5	17	7,5	23	17	12
Kvantifiseringsgrense		0,005	2	2	2	2	2	2	2

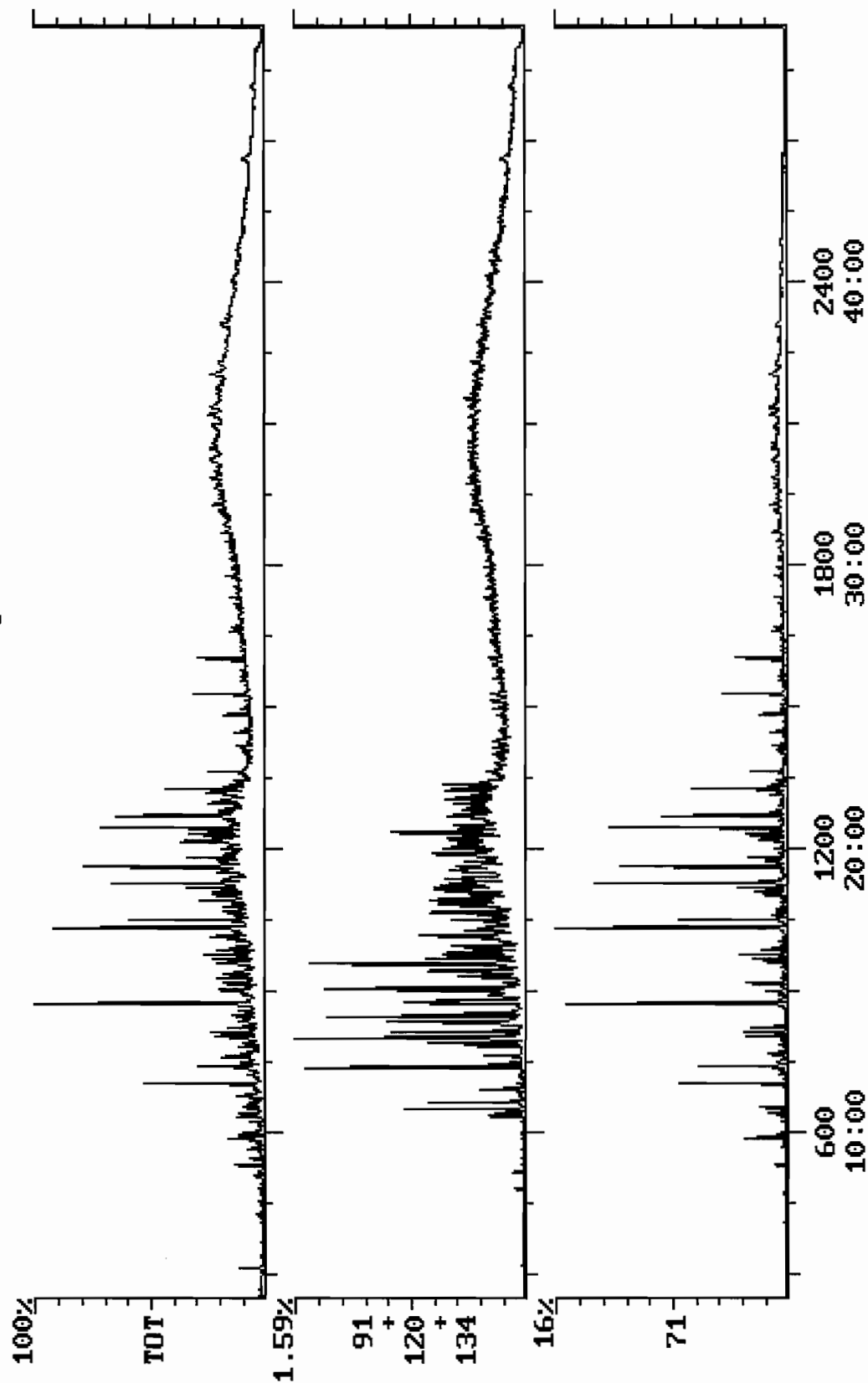
- = ikke påvist

Se vedlagte tabell over fordelingen av de enkelte PAH-forbindelsene i prøvene.

Kvantifiseringsgrenser:

Forbindelse/oljetype	Jord	Vann
	mg/kg	µg/l
BTEX (enkeltforbindelser)	0,5	0,5
Bensin	5	5
C10-C32 hydrokarboner	50	50

Chromatogram Plot
Comment: 1999-10-1 JORD
Scan No: 2940 Retention Time: 49:00 RIC: 25918 Mass Range: 45 - 306
Plotted: 250 to 2940 Range: 1 to 2940 100% = 7889559



PG 1
jord

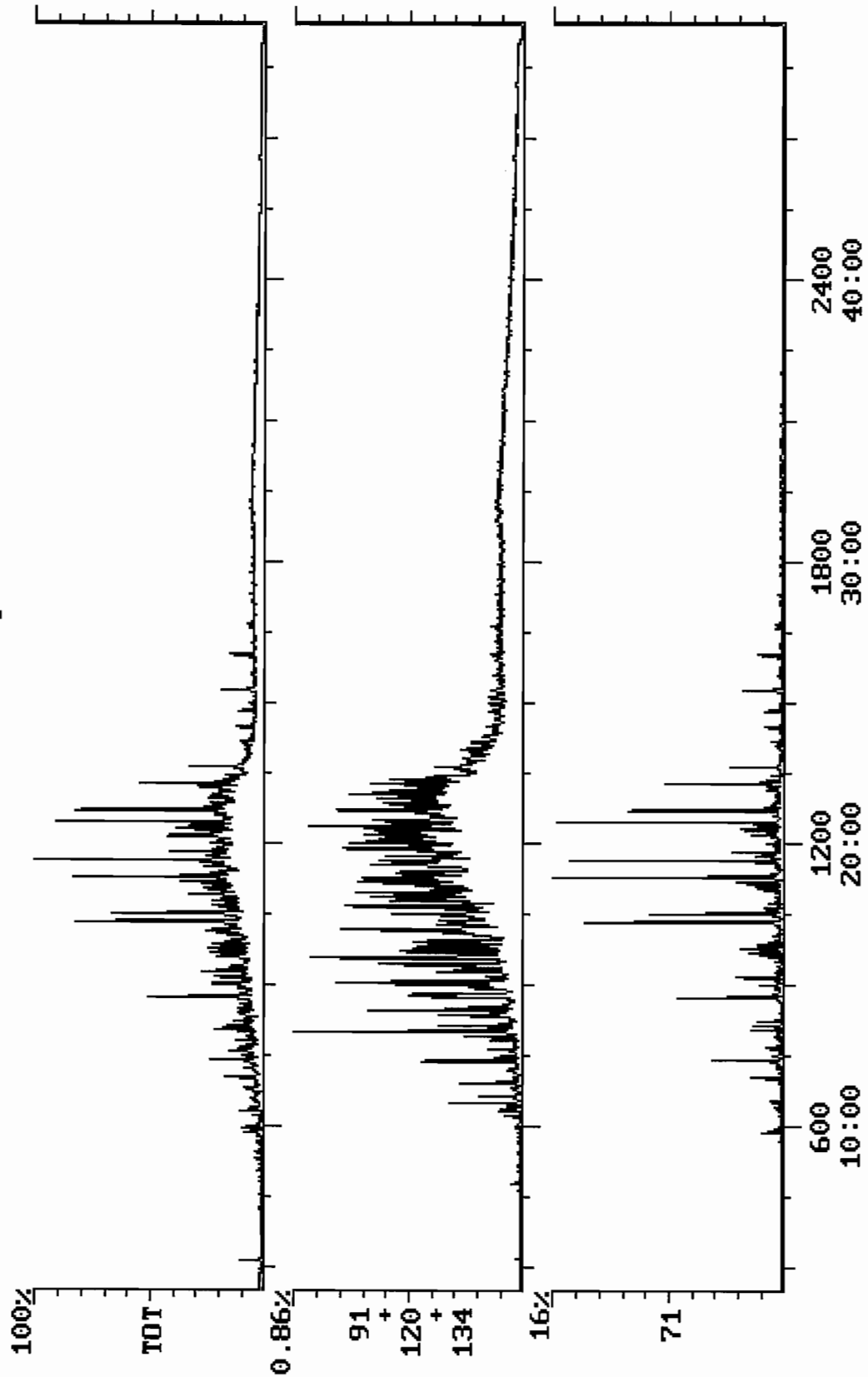
Vedlegg 1.
side 6 av 11
Rapportnr 52304.1

Oppdragnr. 664137.60

Vedlegg 1.
side 7 av 11
Rapport nr. 52304.1

PG 2
(jorv)

Chromatogram Plot
Comment: 1999-10-2 JORD
Scan No: 2939 Retention Time: 48:59 RIC: 23392 Mass Range: 45 - 305
Plotted: 250 to 2939 Range: 1 to 2939 100% = 8635358

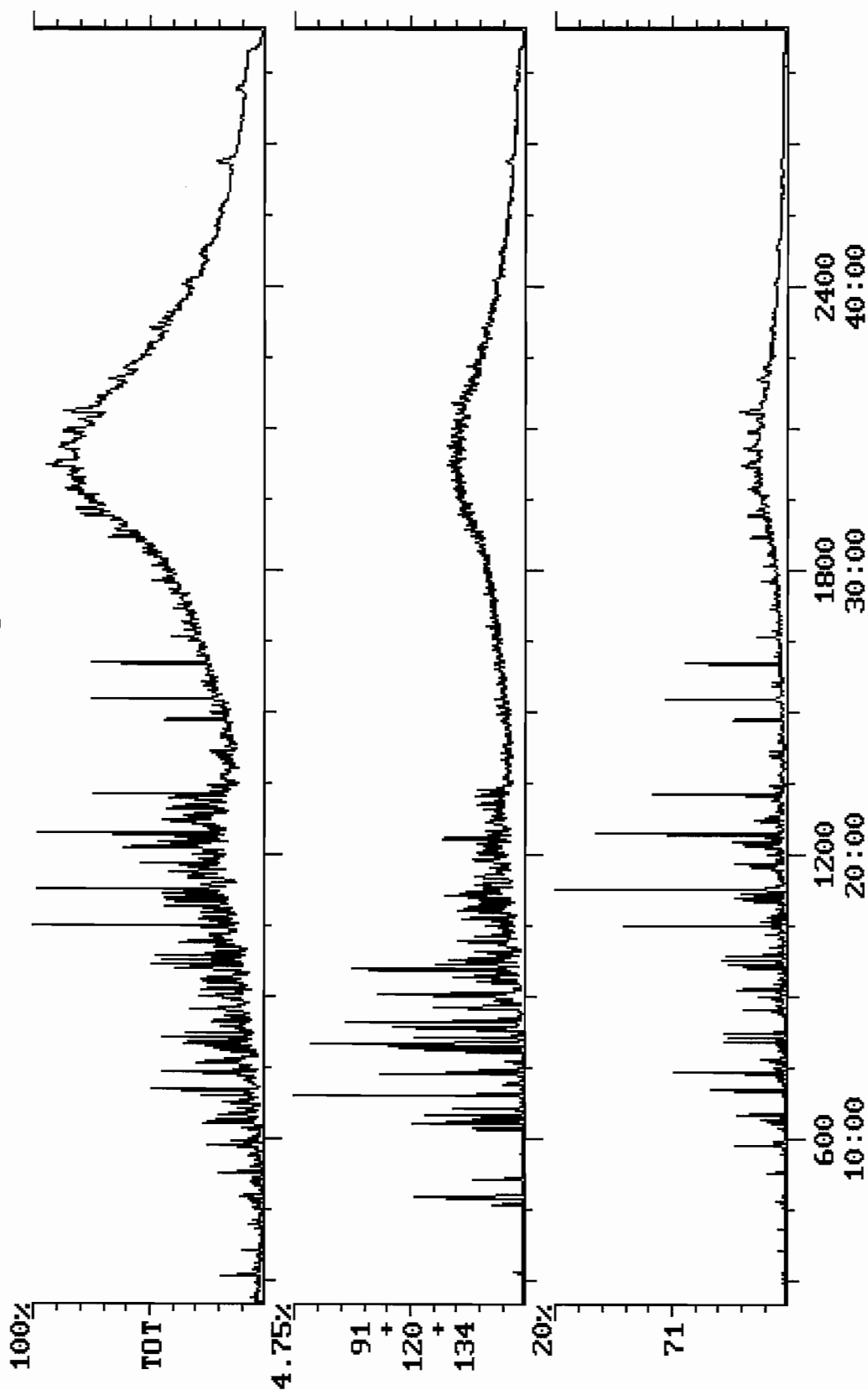


Oppdragsnr. 664137.60

Chromatogram Plot
Comment: 1999-10-3 JORD
Scan No: 2940 Retention Time: 49:00 RIC: 34414 Mass Range: 45 - 305
Plotted: 250 to 2940 Range: 1 to 2940 100% = 4836856

PA 3
(jord)

Vedlegg 1.
side 8 av 11
Rapport nr. 52304.1

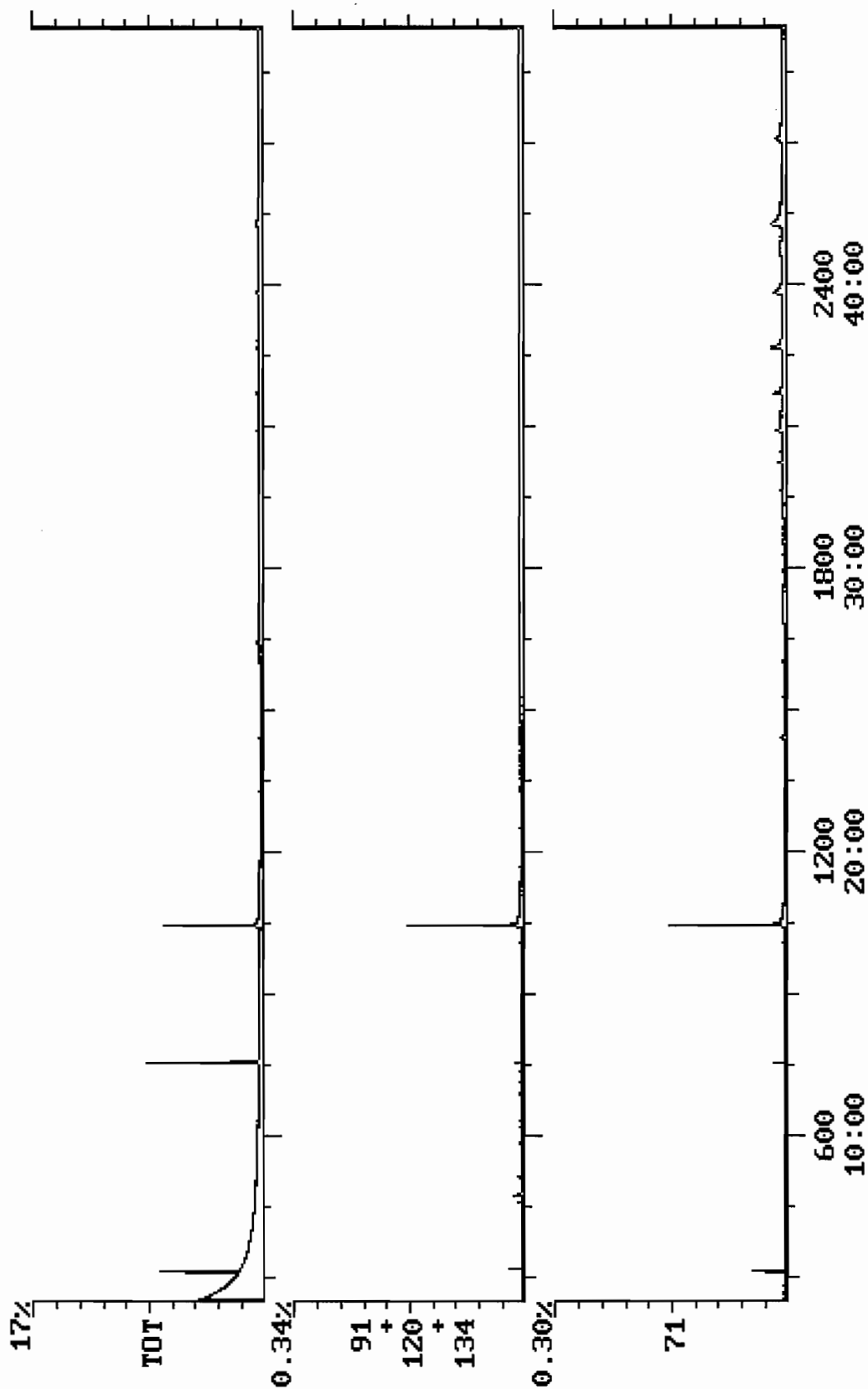


Oppdrag nr. 664137.60

Chromatogram Plot
 Comment: 1999-010-4 VANN
 Scan No: 2940 Retention Time: 49:00 RIC: 8463 Mass Range: 45 - 283
 Plotted: 250 to 2940 Range: 1 to 2940 100% = 3744679

C:\ITS40\DATA02\NDT010-4 Date: 01/11/99 11:15:03

SCR9\SCR9



6
 (vann)

Vedlegg 1.
 side 9 av 11
 Rapport nr. 52304.1

Oppdragsnr. 664137, 6C

Chromatogram Plot
 Comment: 1999-010-5 UANN
 Scan No: 2939 Retention Time: 48:59 Mass Range: 45 - 283
 Plotted: 250 to 2939 Range: 1 to 2939 100% = 3559309

C:\ITS40\DATA02\NDT010-5

Date: 01/11/99 12:10:44

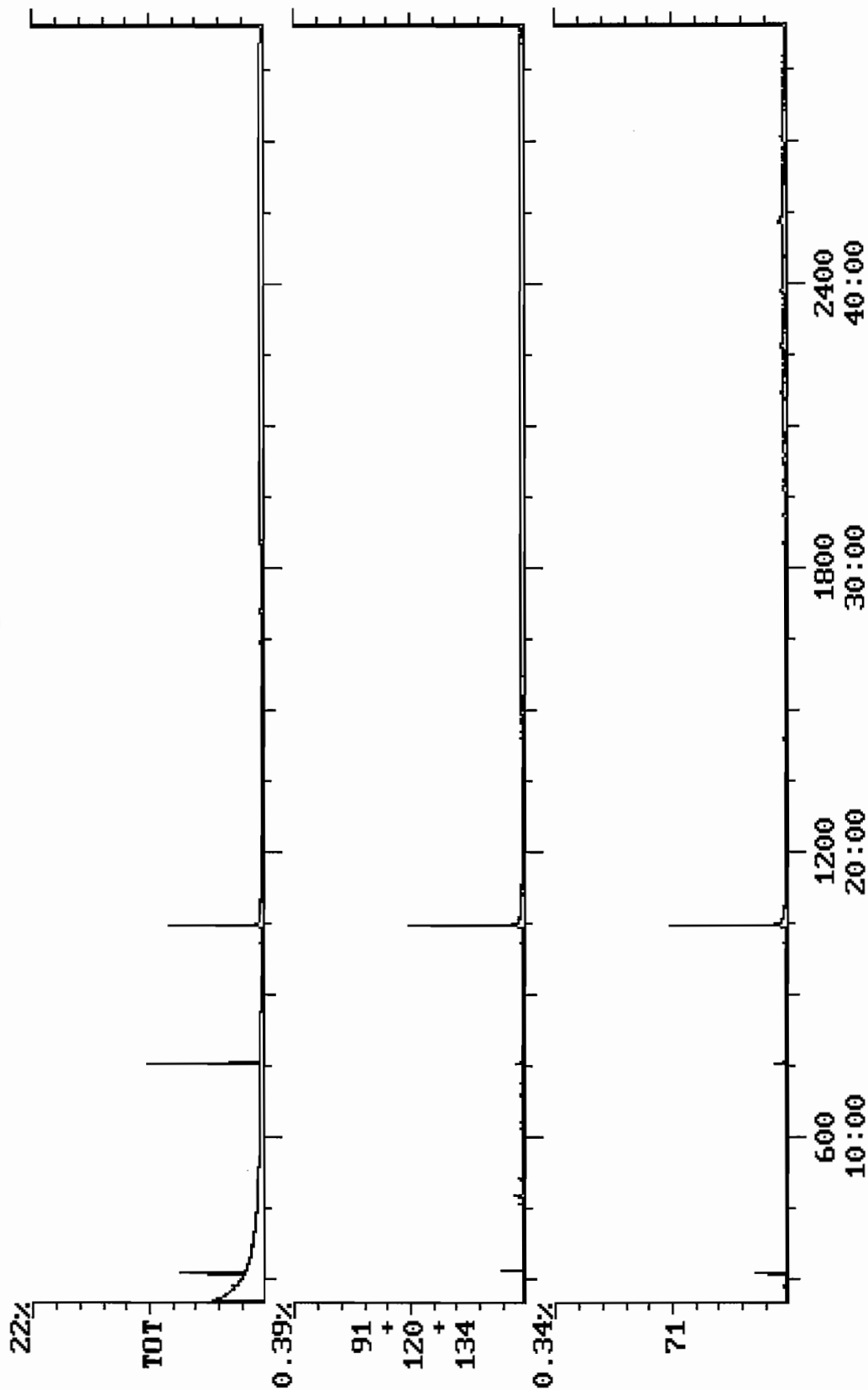
SCR9\SCR9

Retention Time: 48:59

Mass Range: 45 - 283

Range: 1 to 2939

100% = 3559309



7
(uann)

Vedlegg 1.
 side 10 av 11
 Rapport nr. 52304.1

Oppdragsnr. 664137. 60

Tabell			
Serie nr.: 1999-10	1	3	
Prøve merking:	PG 1	PG 3	
Enhet: mg/kg tørt materiale			
Naftalen	2.27	4.00	
Acenaftylene	0.17	0.35	
Acenaften	0.06	0.17	
Fluoren	0.24	0.99	
Fenantren	0.27	1.79	
Antracen	0.04	0.18	
Fluoranten	0.10	0.42	
Pyren	0.22	0.88	
Benz(a)antracen	0.03	0.14	
Krysen/Trifenylene	0.07	0.34	
Benzo(b)/(j)/(k)fluoranten	0.08	0.41	
Benzo(a)pyren	0.04	0.21	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.04	0.13	
Dibenz(ac-ah)antracen			
Benzo(ghi)perylene	0.08	0.36	
sum PAH	3.71	10.37	
Kvantifiseringsgrense for enkelt PAH-forbindelser 0.005mg/kg			

0,1



NOTEBY AS, avd. Bergen
Rannveig Nordhagen
Postboks 153
5040 PARADIS

Side: 1 (3)

Telefon: 55910700 Telefax: 55910574

Rapportnr: 5-00035

ProsjektID: 52304/RNo

Analyserapport

Prøvetype: Vann

Antall prøver: 2

Oppdragsgiver: NOTEBY AS, avd. Bergen, Rannveig Nordhagen

Ankomstdato: 08.01.99

Utsendelsesdato: 18.01.99

Prøven(e) er godkjent: 18.01.99 Sign: ØBK

Ansvarshavendes signatur:

B. Dalby Joar Dahl

Oppdragsgiver:
NOTEBY AS, avd. Bergen
Rannveig Nordhagen



side 2 av 6
Rapport nr. 52304.1
JORDFORSK
Landbrukets analysesenter
Adresse: 1432 AS
Telefon: 64948118 Telefax: 64948120

Analyserapport
Rapportnr: 5-00035

Prøvetype: Vann

Side: 2 (3)

P r ø v e n u m m e r				1999- 00035-1	1999- 00035-2				
M e r k i n g				060199 Brann øvings f elt 6	060199 Brann øvings f elt 7				
Parameter	Metode #	Enhet	Dato						
Kobber	CU-ICP-V	mg/l	110198	0.0032	0.0065				
Sink	ZN-ICP-V	mg/l	110198	0.0051	0.0143				
Kadmium	CD-ICP-V	mg/l	110198	<0.001	<0.001				
Bly	PB-ICP-V	mg/l	110198	<0.015	<0.015				
Nikkel	NI-ICP-V	mg/l	110198	<0.005	<0.005				
Krom	CR-ICP-V	mg/l	110198	<0.002	<0.002				
Kvikksølv	HG-CVAAS-V	mg/l	180199	<0.00005	<0.00005				

- # Se siste side for nærmere beskrivelse av metode
- * Bestemmelsen er ikke akkreditert
- Bestemmelse hvor det er blitt benyttet underleverandør

Oppdragsgiver:
NOTEBY AS, avd. Bergen
Rannveig Nordhagen



Vedlegg 2.
side 3 av 6
Rapport nr. 52304.1



Landbrukets analysesenter
Adresse: 1432 AS
Telefon: 64948118 Telefax: 64948120

Rapportnr: 5-00035

Side: 3 (3)

Usikkerheten i tabellen under er angitt som relativt standardavvik av en kontrollprøve målt over flere dager

Metode		Nedre best. grense		Beskrivelse
CU-ICP-V	(AV1)	2 % RSD	0.003 mg/l	Løst kobber i vannprøver (ICP-AES)
ZN-ICP-V	(AV1)	3 % RSD	0.0015 mg/l	Løst sink i vannprøver (ICP-AES)
CD-ICP-V	(AV1)	2 % RSD	0.001 mg/l	Løst kadmium i vannprøver (ICP-AES)
PB-ICP-V	(AV1)	2 % RSD	0.015 mg/l	Løst bly i vannprøver (ICP-AES)
NI-ICP-V	(AV1)	2 % RSD	0.005 mg/l	Løst nikkel i vannprøver (ICP-AES)
CR-ICP-V	(AV1)	2 % RSD	0.002 mg/l	Løst krom i vannprøver (ICP-AES)
HG-CVAAS-V	(AV4)	8 % RSD	0.00005 mg/l	Løst kvikksølv i vannprøver (CVAAS)

* Bestemmelsen er ikke akkreditert

■ Bestemmelse hvor det er blitt benyttet underleverandør



NOTEBY AS, avd. Bergen
Rannveig Nordhagen
Postboks 153
5040 PARADIS

Side: 1 (3)

Telefon: 55910700 Telefax: 55910574

Rapportnr: 6-00036

ProsjektID: 52304/RNo

Analysereport

Prøvetype: Jord

Antall prøver: 2

Oppdragsgiver: NOTEBY AS, avd. Bergen, Rannveig Nordhagen

Ankomstdato: 08.01.99

Utsendelsesdato: 14.01.99

Prøven(e) er godkjent: 14.01.99 Sign: JAM

Ansvarshavendes signatur:

R. Dahl *Ivar Dahl*

Oppdragsgiver:
NOTEBY AS, avd. Bergen
Rannveig Nordhagen



reallegg 2.
side 5 av 6
Rapport nr. 52304.1

JORDFORSK
Landbrukets analysesenter
Adresse: 1432 ÅS
Telefon: 64948118 Telefax: 64948120

Analyserapport
Rapportnr: 6-00036

Prøvetype: Jord

Side: 2 (3)

P r ø v e n u m m e r				1999- 00036-1	1999- 00036-2				
M e r k i n g				060199 Brann øvings f elt PG1	060199 Brann øvings f elt PG3				
Parameter	Metode #	Enhet	Dato						
Kobber	CU-ICP-J	mg/kg	140199	45.8	104				
Sink	ZN-ICP-J	mg/kg	140199	117	401				
Kadmium	CD-ICP-J	mg/kg	140199	0.7	1				
Bly	PB-ICP-J	mg/kg	140199	105	729				
Nikkel	NI-ICP-J	mg/kg	140199	30	38.7				
Krom	CR-ICP-J	mg/kg	140199	30	42.3				
Kvikksølv	HG-CVAAS-J	mg/kg	140199	0.019	0.050				

- # Se siste side for nærmere beskrivelse av metode
- * Bestemmelsen er ikke akkreditert
- ▣ Bestemmelse hvor det er blitt benyttet underleverandør

Oppdragsgiver:
NOTEBY AS, avd. Bergen
Rannveig Nordhagen



Vedlegg 2
side 6 av 6
Rapport nr. 52304.1



JORDFORSK
Landbrukets analysesenter
Adresse: 1432 ÅS
Telefon: 64948118 Telefax: 64948120

Rapportnr: 6-00036

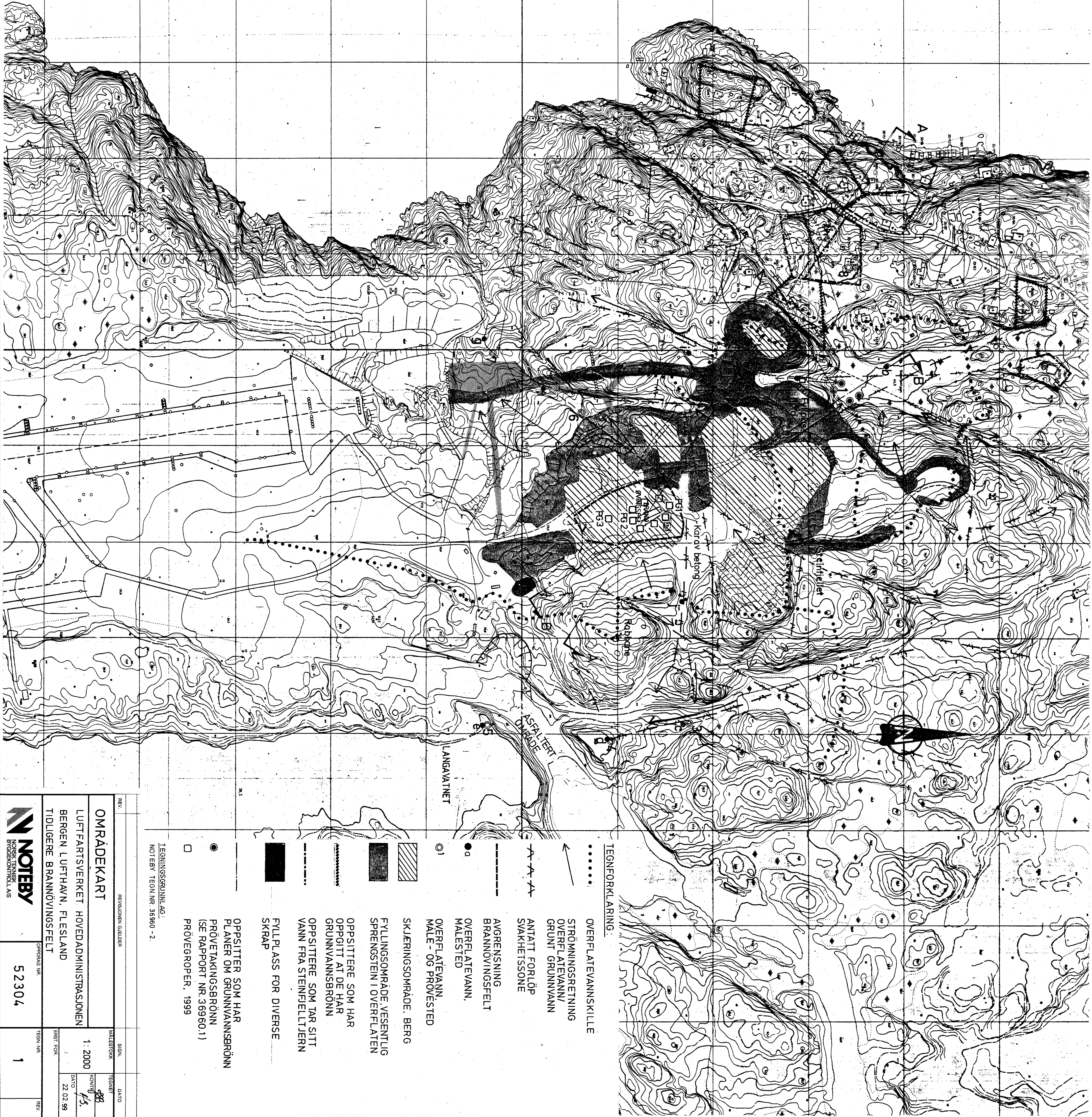
Side: 3 (3)

Usikkerheten i tabellen under er angitt som relativt standardavvik av en kontrollprøve målt over flere dager

Metode		Nedre best. grense		Beskrivelse
CU-ICP-J	(AJ1)	7 % RSD	0.3 mg/kg	Kobber i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
ZN-ICP-J	(AJ1)	3 % RSD	1 mg/kg	Sink i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
CD-ICP-J	(AJ1)	2 % RSD	0.4 mg/kg	Kadmium i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
PB-ICP-J	(AJ1)	10 % RSD	4 mg/kg	Bly i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
NI-ICP-J	(AJ1)	4 % RSD	1 mg/kg	Nikkel i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
CR-ICP-J	(AJ1)	4 % RSD	0.5 mg/kg	Krom i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
HG-CVAAS-J	(AJ2)	14 % RSD	0.015 mg/kg	Kvikksølv i jord oppsluttet i salpetersyre (CVAAS)

* Bestemmelsen er ikke akkreditert

■ Bestemmelse hvor det er blitt benyttet underleverandør



RAUNEFJORDEN

TEGNFORKLARING:

- OVERFLATEVANSKILLE
- STRØMINGSRETNING
- OVERFLATEVANN/
GRUNN
GRUNNVANN
- ANTATT FORLØP
SVAKHETSSONE
- AVGRENSNING
BRANNØVINGSFELT
- OVERFLATEVANN,
MALESTED
- OVERFLATEVANN,
MALE - OG PROVESTED
- SKJERINGSOMRÅDE: BERG
- FYLLINGSOMRÅDE VESENTLIG
SPRENGSTEIN I OVERFLATEN
- OPPSITTERE SOM HAR
OPPGITT AT DE HAR
GRUNNVANNSSBRUNN
- OPPSITTERE SOM TAR SITT
VANN FRA STEINFELTJERN
- FULLPLASS FOR DIVERSE
SKRAP
- OPPSITTER SOM HAR
PLANER OM GRUNNVANNSSBRUNN
PRØVETAKINGSBRUNN
(SE RAPPORT NR. 36960.1)
PRØVEGRØPER, 1999

TEGNINGSGRUNNLAG:
NOTEBY TEGN NR. 36960 - 2

REV.	REVISJONEN DATERER	SIKK.	DATE
1	2000	1	2000
OMRÅDEKART			
LUFTFARTSVERKET HOVEDADMINISTRASJONEN			
BERGEN LUFTHAVN, FLESLAND			
TIDLIGERE BRANNØVINGSFELT			
NOTEBY		52304	1
NOTEBY TEGN NR. 36960 - 2		52304	1
NOTEBY TEGN NR. 36960 - 2		52304	1



Karav bebygg

PG1

PG2

PG3

BRAND ØVINGSFELT

N

REV.	REVISJONEN GJELDER	SIGN.	DATO
------	--------------------	-------	------

KARTUTSNITT

LUFTFARTSVERKET HOVEDADMINISTRASJONEN
BERGEN LUFTHAVN, FLESLAND
TIDLIGERE BRANNØVINGSFELT

1:1000

ERST. FOR

DATO
22.02.99

KONT.
48.

OPDRAG NR.

TEGN. NR.

REV.

NOTBY
NORSK TEKNISK
BYGGKONTROLL AS

52304

2