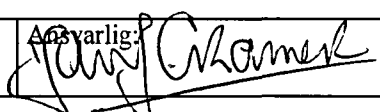


NGU Rapport 98.159

Oppfølgende miljøtekniske undersøkelser ved
Skoddebergvatnet, Skånland kommune, Troms

Rapport nr.: 98.159		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Oppfølgende miljøtekniske undersøkelser ved Skoddebergvatnet, Skånland kommune, Troms			
Forfatter: Arve Misund og Henning Jensen		Oppdragsgiver: Forsvarets bygningstjeneste region Nord Norge	
Fylke: Troms		Kommune: Skånland	
Kartblad (M=1:250.000) Narvik		Kartbladnr. Og -navn (M=1:50.000) 1332 II Astafjorden	
Forekomstens navn og koordinater: Skoddebergvatnet		Sidetall: 37 Kartbilag:	Pris: 65
Feltarbeid utført: oktober 1998	Rapportdato: april 1999	Prosjektnr.: 2721.00	Ansvarlig: 
<p>Sammendrag: Norges geologiske undersøkelse har på oppdrag av FBT region Nord Norge gjennomført oppfølgende miljøtekniske undersøkelser ved Skoddebergvatnet, Skånland kommune. I 1995 ble det på oppdrag av FBT region Nord Norge gjennomført en undersøkelse av forurensningssituasjonen i sedimenter og bekkevann nedstrøms Forsvarets anlegg ved Skoddebergvatnet (Misund og Lauritsen 1995). Denne undersøkelsen ble fulgt av en ny undersøkelse i 1996 (Misund, 1997). Konklusjonen etter denne undersøkelsen var at det ikke var noen akutt fare for forurensning av Skoddebergvatnet. Det er imidlertid fremdeles betydelige mengder med hydrokarboner i sedimentene langs Bekk-2 og det ble derfor anbefalt at det høsten 1998 skulle gjennomføres en ny prøvetaking av sedimenter langs bekken.</p> <p>Formålet med den nåværende undersøkelsen har vært å:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vise om det skjer en videre nedbrytning av dieselen i sedimentene ved å studere C₁₇/pristan-forholdet. • se på den arealmessige fordelingen av forurensningen utfra et statistisk tilnærming • ta prøver av bekkevannet for å undersøke om det skjer en tilførsel av diesel til Skoddebergvatnet <p>Det er samlet inn 23 sedimentprøver og to (2) vannprøver som er analysert for oljerelaterte hydrokarboner ved SINTEF kjemi i Oslo. Resultatene viser at det målte THC-innholdet i de analyserte prøvene varierer fra 10,9 til 5240 mg/kg tørrstoff. I prøvene tatt 20 og 40 m til side for bekken er det ikke påvist noen typisk mineraloljeprofil. Dette viser at forurensningen er konsentrert om bekkeløpet til Bekk-2. Som ved undersøkelsen i 1995 og 1996 har det ikke vært mulig å påvise kvantifiserbare mengder med hydrokarboner i bekkevannet ved utløpet til Skoddebergvatnet. Vi tror at dette i stor grad skyldes det lave C₁₇/pristan-forholdet som er målt i sedimentprøvene, som viser at de lett nedbrytbare og løselige forbindelsene er fjernet.</p> <p>På grunnlag av de gjennomførte undersøkelsene er det ikke noen akutt fare for forurensning av Skoddebergvatnet. Det er fremdeles betydelige mengder hydrokarboner i sedimentene langs Bekk-2, men undersøkelsene i 1995, 1996 og 1998 har ikke påvist utlekking av hydrokarboner til Skoddebergvatnet. Samtidig er innholdet av hydrokarboner i sedimentene betydelig redusert i løpet av treårsperioden 1995 til 1998. Vi mener derfor at det ikke er behov for videre undersøkelser, men ved eventuelt endret arealbruk bør en ta hensyn til mulig forurensninger i sedimentene langs Bekk-2.</p>			
Emneord: Hydrogeologi	Forurenset grunn	Prøvetaking	
Geokjemi	Olje	Kjemiske analyser	
Organisk forurensning		Fagrapport	

1 FORORD

Norges geologiske undersøkelse har på oppdrag av FBT region Nord-Norge gjennomført oppfølgende miljøtekniske undersøkelser ved Skoddebergvatnet, Skånland kommune. Overvåkning har fokusert på forurensningssituasjonen i forbindelse med dieselforurensning ved Forsvarets anlegg ved Skoddebergvatnet og er gjennomført i henhold til planen skissert i brev fra NGU datert 29. mai 1998 som er godkjent i brev fra FBT Region Nord-Norge datert 4. September 1998. Analyser for organisk forurensning har vært gjennomført ved SINTEF kjemi Oslo. NGU takker FBT, ansatte ved anlegget ved Skoddebergvatnet og ENCO for godt samarbeid under gjennomføringen av prosjektet.

Ola M. Sæther
Hovedprosjektleder Miljøgeologi

Arve Misund
forsker

INNHold

1	FORORD	3
2	SAMMENDRAG	6
3	INNLEDNING	7
3.1	OMRÅDEBESKRIVELSE.....	7
3.2	PROBLEMBESKRIVELSE.....	7
3.3	MÅLSETNING.....	8
4	METODIKK FOR UNDERSØKELSEN	8
4.1	FELTARBEID	8
4.1.1	<i>Geokjemisk prøvetaking</i>	8
4.2	LABORATORIEARBEID	11
4.3	VURDERING AV METODER	11
5	RESULTATER	11
5.1	SEDIMENTPRØVER.....	11
5.1.1	<i>Prøvepunktene 5, 9 og 18</i>	12
5.1.2	<i>Transekter på tvers av bekk 2</i>	14
5.1.3	<i>Prøvetakingsfelt ved prøvepunkt 18</i>	15
5.1.4	<i>Konklusjon</i>	16
5.2	VANNPRØVER.....	16
6	RISIKO OG KONSEKVENSVURDERING	18
6.1	ENKEL RISIKOANALYSE.....	18
6.2	STEDSPESIFIKK RISIKOANALYSE.....	18
6.2.1	<i>Kildekarakterisering</i>	19
6.2.2	<i>Karakterisering av spredningsveier</i>	19
6.2.3	<i>Effekter</i>	20
6.2.4	<i>Risikovurdering</i>	20
7	KONKLUSJON	21
8	REFERANSER	21

TABELLER (i teksten)

1	Prøvebeskrivelse for prøver innsamlet i oktober 1998.
2	Feltmålinger av temperatur, elektrisk ledningsevne og oksygeninnhold i vann i prøvegropene.
3	Resultater av totalmengde av hydrokarboner i jordprøver. THC-konsentrasjonene er oppgitt i mg/kg tørr prøve.
4	Angivelse av nC17/pristan-forholdet samt opplysninger om hvilke type hydrokarboner som er funnet i jordprøven.
5	Resultater av oljeanalyser av vannprøver fra prøvepunkt 3 og 5 ved Bekk-2.

FIGURER

1	Tidsserie for mg THC/kg tørrstoff i prøvepunkt 5, 9 og 18 langs Bekk-2.
2	Tidsserie for nC17/pristan-forholdet i prøvepunkt 5, 9 og 18 langs Bekk-2.
3	THC - nC17/pristane kryssplott for de ni prøvene som er analysert ved prøvepunkt 18. I pkt. 42 er det ikke registrert diesel og derfor heller intet nC17/pristan-forhold.
4	Kumulativ fordeling av THC i jordprøver fra området rundt Bekk-2.

KARTBILAG

98.159-1 Prøvepunkter for jord og vann med konsentrasjoner av THC i jord i oktober 98

TEKSTBILAG

1 Analyserapport fra SINTEF for prøver tatt 20. - 21.10.1998

2 SAMMENDRAG

Det undersøkte området ligger på sørvestsiden av Skoddebergvatnet i Skånland kommune, Troms fylke. Området har en steil topografi og er dekket av et tynt og lite gjennomtrengelig morenedekke som fører til at nedbøren vesentlig renner av på overflaten. Skoddebergvatnet er ikke regulert til drikkevann, men ligger i et hytteområde, hvor enkelte kan bruke dette som vannkilde. Kommunen kjenner ikke til fastboende som bruker det som vannkilde.

I 1995 ble det på oppdrag av FBT region Nord Norge gjennomført en undersøkelse av forurensningssituasjonen i sedimenter og bekkevann nedstrøms Forsvarets anlegg ved Skoddebergvatnet (Misund og Lauritsen 1995). Denne undersøkelsen ble fulgt av en ny undersøkelse i 1996 (Misund, 1997). Konklusjonen etter denne undersøkelsen var at det ikke var noen akutt fare for forurensning av Skoddebergvatnet. Det er imidlertid fremdeles betydelige mengder med hydrokarboner i sedimentene langs Bekk-2 og det ble derfor anbefalt at det høsten 1998 skulle gjennomføres en ny prøvetaking av sedimenter langs bekken.

Formålet med den nåværende undersøkelsen har vært å:

- vise om det skjer en videre nedbrytning av dieselen i sedimentene ved å studere C_{17} /pristan-forholdet.
- se på den arealmessige fordelingen av forurensningen basert på en statistisk tilnærming
- ta prøver av bekkevannet for å undersøke om det skjer en tilførsel av diesel til Skoddebergvatnet

Det er samlet inn 23 sedimentprøver og 2 vannprøver som er analysert for oljerelaterte hydrokarboner ved SINTEF kjemi i Oslo. Resultatene viser at det målte THC-innholdet i de analyserte prøvene varierer fra 10,9 til 5240 mg/kg tørrstoff. Det er ikke påvist noen typisk mineraloljeprofil i prøver tatt 20 og 40 m på hver side av Bekk-2. Dette viser at forurensningen er konsentrert om bekkeløpet til Bekk-2. På tilsvarende måte som ved undersøkelsen i 1995 og 1996 har det ikke vært mulig å påvise kvantifiserbare mengder med hydrokarboner i bekkevannet ved utløpet til Skoddebergvatnet. Vi tror at dette i stor grad skyldes det lave C_{17} /pristan-forholdet i sedimentprøvene, som indikerer at de lett nedbrytbare og løselige forbindelsene er nedbrutt.

På grunnlag av de gjennomførte undersøkelsene er det ikke noen akutt fare for forurensning av Skoddebergvatnet. Det er fremdeles hydrokarboner i sedimentene langs Bekk-2, men overvåkingen fra 1995 til 1998 har vist at det skjer en reduksjon av THC-innholdet i jordprøver tatt langs Bekk-2. I samme periode er det ikke registrert noen forurensninger av THC i Bekk-2 eller Skoddebergvatnet. Det er derfor sannsynlig at miljømålene for området vil kunne oppnås uten at det gjennomføres videre tiltak. Det anbefales derfor at området forblir et 'uberørt' naturområde, dvs. at en ikke går inn å fysisk fjerner den påviste forurensningen. Det er heller ikke behov for videre undersøkelser, men ved eventuelt endret arealbruk bør en ta hensyn til mulig forurensninger i sedimentene langs Bekk-2.

3 INNLEDNING

3.1 Områdebeskrivelse

Det undersøkte området ligger på sørvestsiden av Skoddebergvatnet som ligger i Skånland kommune, Troms fylke (se kartbilag 1). Området har en steil topografi og midlere årsnedbør på ca. 1000 mm. Området er dekket av et tynt morenedekke over fjell som stedvis stikker frem i dagen. Det tynne og lite gjennomtrengelige morenedekke fører til at nedbøren vesentlig renner av på overflaten. I det undersøkte området vises dette ved at det renner flere små bekker. I de flatere områdene ned mot vannet er det myrdannelse p.g.a. de lite permeable massene. Grunnvannsstanden varierer avhengig av årstiden og sammenfaller stort sett med vannstanden i bekkene, 0,1 - 0,5 meter under terrengoverflaten.

Skoddebergvatnet er ikke regulert til drikkevann, men ligger i et hytteområde, hvor enkelte kan bruke dette som vannkilde. Kommunen kjenner ikke til fastboende som bruker det som vannkilde.

3.2 Problembeskrivelse

Undersøkelsene som ble foretatt i 1995 (Misund og Lauritsen 1995) og 1996 (Misund, 1997) har vist at mesteparten av de lettløselige og flyktige komponentene av dieselen er nedbrutt, avdampet eller løst ut, og dermed ikke videre mobile i miljøet. Dette er bl.a. vist ved at det ved ingen av undersøkelsene har blitt påvist hydrokarboner i vannprøvene som ble tatt samme dag som jordprøvene.

Forholdet mellom C₁₇ og pristan viste at bortsett fra punkt 25 og 11 er de påviste diesel og oljerestene sterkt nedbrutt. En forventer at den resterende diesel vil brytes gradvis ned ved naturlige prosesser. Bakterieaktiviteten er større i permeable sedimenter med tilførsel av oksygen, enn i de tette myrområdene. En kan derfor forvente en hurtigere nedbryting av den resterende diesel i dreneringsområde 1 i forhold til dreneringsområde 2 (se kartbilag 1).

Resultatene fra undersøkelsen i 1995 viste at den påviste forurensningen gradvis og naturlig brytes ned. Det ble derfor anbefalt at områdene rundt Bekk-1 og Bekk-2 fikk ligge i ro. Graving i disse områdene ville føre til ytterligere tilførsel av diesel til Skoddebergvatnet på grunn av omrøring av sedimentene langs bekken.

SFT aksepterte FBTs konklusjon om at det ikke var behov for tiltak ved lokaliteten i denne fasen, men at det i stedet ble etablert et overvåkningsprogram for jord og grunnvann.

SFT ba om at overvåkingen ble gjennomført som anbefalt i NGU rapport (Misund og Lauritsen 1996). Dette innebar bl.a. to runder med vannprøvetaking i løpet av 1996. Undersøkelsesresultatene skulle evalueres for å vurdere om det var nødvendig å videreføre overvåkingen i 1997, og det skulle gjennomføres en revidert risikoanalyse.

3.3 Målsetning

Forholdet mellom C_{17} /pristan viser for de fleste analysene at oljen allerede er betydelig nedbrutt ved at de lette/flyktige komponentene er fjernet og de mindre løslige er tilbake. Som et ledd i oppfølgingen av denne prosessen ble det etablert et overvåkningsprogram for jord og vann. Formålet med overvåkningsprogrammet var å:

- vise om det skjer en videre nedbrytning av dieselen i sedimentene ved å studere C_{17} /pristan-forholdet
- se på den arealmessige fordelingen av forurensningen utfra et statistisk tilnærming
- ta prøver av bekkevannet for å undersøke om det skjer en tilførsel av diesel til Skoddebergvatnet

4 Metodikk for undersøkelsen

4.1 Feltarbeid

4.1.1 Geokjemisk prøvetaking

Prøvetakingsrunden ble utført av Arve Misund og Henning Jensen 20. og 21.10.1998. Det er tatt totalt 23 sedimentprøver og to vannprøver. Sedimentprøvene er tatt i myrområder og langs hovedløpet til bekk 2. Sedimentprøvene i myrområdene er tatt i ca. 10 cm dyp, unntatt prøve 9, som er tatt i 20 - 30 cm dyp. Det ble tatt sedimentprøver i prøvepunktene 5, 9 og 18, hvor det i tidligere undersøkelser er påvist store konsentrasjoner av mineralolje/diesel. Til bedre vurdering av den arealmessige fordelingen av forurensningen ble det tatt prøver 20 og 40 m til hver side av Bekk-2 (se kartbilag 1). Prøvene fra myrområdet har høyt innhold av torv (se prøvebeskrivelsen i Tabell 1). Det ble totalt samlet inn 23 jordprøver og to vannprøver. Til emballasje for jordprøver ble brukt 500 ml syltetøyglass med aluminiumsfoliebelagt gummipakning.

Det er også gjennomført prøvetaking i et mindre felt rundt prøvepunkt 18 for å undersøke variasjonen i konsentrasjonen av mineralolje/diesel i et mindre felt, som er sterkt forurensset. Her er det ved tidligere undersøkelser påvist mer enn 15000 mg hydrokarboner /kg tørrstoff.

Prøvetakingen av jordprøver og vannprøver ble denne gangen spesielt rettet mot overvåking av forurensning samt demonstrasjon av variasjonen av fordelingen av forurensning i det flate myrområde. Resultatene fra analyse av sedimentprøver fra prøvetaking Oktober 1995, Juni 1996 og Oktober 1996 er inkludert for å vurdere endringer i THC over tid og omfanget av den bakteriologiske nedbrytning av mineraloljen.

Vannprøvene ble samlet inn før prøvetaking av sedimenter for å unngå tilførsel av diesel på grunn av omrøring av sedimentene. Vannprøvene ble tatt henholdsvis oppstrøms i prøvepunkt

3 og nedstrøms i prøvepunkt 5 ved utløpet til Skoddebergvann. Begge prøvepunktene er i bekk 2. Det er svært lite slam i disse prøvene. Vannprøvene ble fylt på brune 1 liter glødet glassflasker med helling av EFTE og skrulokk med PTFE-pakning.

Det ble brukt engangshansker til prøvetaking av både jord- og vannprøver.

Tabell 1: Prøvebeskrivelse for prøver innsamlet i oktober 98

ID nr.	Prøvenavn:	Prøvebeskrivelse:
98-595-1	Prøvepunkt 5, jord, 20.10.98	Torv m. mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-2	Prøvepunkt 9, jord, 21.10.98	Sand m. gjørme-vann, pinner og gress. Lukter olje.
98-595-3	Prøvepunkt 18, jord, 20.10.98	Røtter m. torv rundt. Lukter råttent.
98-595-4	Prøvepunkt 27, jord, 20.10.98	Sand, røtter og litt torv. Lukter skogbunn.
98-595-5	Prøvepunkt 28, jord, 20.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-6	Prøvepunkt 29, jord, 20.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-7	Prøvepunkt 30, jord, 20.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-8	Prøvepunkt 31, jord, 21.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-9	Prøvepunkt 32, jord, 21.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-10	Prøvepunkt 33, jord, 21.10.98	Torv med mye røtter. Lukter litt kloakk.
98-595-11	Prøvepunkt 34, jord, 21.10.98	Torv-jord m. Noe røtter. lukter jord.
98-595-12	Prøvepunkt 35, jord, 21.10.98	Våt, tykk-grøtet torv m. litt røtter. Lukter blanding av skogbunn og kjeller.
98-595-13	Prøvepunkt 36, jord, 21.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-14	Prøvepunkt 37, jord, 21.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-15	Prøvepunkt 38, jord, 21.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-16	Prøvepunkt 39, jord, 20.10.98	Torv med mye røtter. Lukter kloakk-lignende.
98-595-17	Prøvepunkt 40, jord, 20.10.98	Torv, litt sand med mye røtter. Lukter kloakk-lignende.
98-595-18	Prøvepunkt 41, jord, 20.10.98	Torv med mye røtter. Lukter sterkt skogbunn.
98-595-19	Prøvepunkt 42, jord, 20.10.98	Torv med mye røtter. Lukter kloakk-lignende.
98-595-20	Prøvepunkt 43, jord, 20.10.98	Torv med mye røtter. Lukter kloakk-lignende og olje.
98-595-21	Prøvepunkt 44, jord, 20.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn med litt oljelukt.
98-595-22	Prøvepunkt 45, jord, 21.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-23	Prøvepunkt 46, jord, 21.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn og svak oljelukt.
98-595-24	Prøvepunkt 3, vann, 21.10.98	
98-595-25	Prøvepunkt 5, vann, 20.10.98	

Under feltarbeidet ble det utført feltanalyser av elektrisk ledningsevne og oksygeninnhold i vannet i prøvegrøpene, samt i Bekk-2. Resultatene er beskrevet i tabell 2.

Både jord og vannprøver er oppbevart nedkjølt og mørkt. Prøvene er sendt med flypost fra Evenes til SINTEF kjemi, Oslo ca. 24 timer etter prøvetaking.

Tabell 2: Feltnålinger av elektrisk ledningsevne og oksygeninnhold i vann i prøvegrøpene.

Prøve punkt	Prøve	Prøvedyp [cm]	temp. [°C]	Ledningsevne [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Oksygen [mg/l]	Beskrivelse
5	jordprøve	10	1,3	79	8,8	myr, brinken rast sammen ytterste 50 cm.
27	jordprøve	10	1,3	58	3,1	myr
28	jordprøve	10	1,5	27	4,3	myr, sandet (ved et lille bekkeløp)
29	jordprøve	10	1,9	50,3	6,5	myr
30	jordprøve	10	0,9	42	5,8	myr
18	jordprøve	10	0,4	71	3	myr, oljefilm i vann
39	jordprøve	10	0,7	89	3,8	myr, oljefilm i vann, i kanten av bekken
40	jordprøve	10	0,9	94	6,6	myr, oljefilm i vann, midt i bekken
41	jordprøve	10	0,9	105	2,8	myr, oljefilm i vann
42	jordprøve	10	1,4	95	1,7	myr, litt oljefilm i vann
43	jordprøve	10	0,3	85	4,3	myr, oljefilm i vann
44	jordprøve	10	0,9	106	2,2	myr, oljefilm i vann
9	jordprøve	20 - 30	1,6	38	8,1	myr, sandet i nivå med bekk vannstand
31	jordprøve	10	0,5	45	8,1	myr, 5 m fra planlagte pkt. 31 (mot vest), smeltevann i prøvehull
32	jordprøve	10	1	40	3,4	myr
33	jordprøve	10	-		3,6	myr, ikke noe fritt vannspeil
34	jordprøve	10	1	56	5,4	myr, punktet forflyttet 10 m ned mot Skoddebergvatn
35	jordprøve	10	1,8	20,8	11	myr, i utkant av myrområde
36	jordprøve	10	-		3	myr, ikke noe fritt vannspeil
37	jordprøve	10	-		5,5	myr, ikke noe fritt vannspeil
38	jordprøve	10	1,4	29	4	myr
45	jordprøve	10	1,4	95	1,7	myr, litt oljefilm i vann
46	jordprøve	10	0,3	85	4,3	myr, sandet, oljefilm i vann
Bekk, pkt. 3	vann	-	-	-	-	1 l. Vannprøve
Bekk, pkt. 5	vann					1 l. Vannprøve
bekk, pkt. 9	vann	-	1	99	12,8	målt i løpende vann
bekk, pkt. 18	bekkevann		1,4	90	12,7	måling i bekk ved pkt. 18, 20.10.98
bekk, pkt. 18		-	0,5	97	-	løpende vann, 21.10.98

4.2 Laboratoriearbeid

Analysene for å bestemme innholdet av oljerelaterte hydrokarboner er utført ved SINTEF Oslo (se Vedlegg 1). I jordprøver hvor det er påvist oljerelaterte hydrokarboner (THC) er nedbrytingsgraden angitt ved forholdet mellom nC_{17} /pristan. Detaljer om analysemetodene går frem av Vedlegg 1. Laboratoriet er akkreditert for denne type analyser på sedimenter.

4.3 Vurdering av metoder

Resultatene fra prøvetaking av sedimentprøver er med på å gi svar på flg. spørsmål:

Brytes diesel/olje i sedimentene ned over tid?

Er det mulig si noe om utbredelsen av diesel/olje i området?

Hvor forutsigbar er fordelingen av diesel/olje forurensingen i området?

Det har vist seg, at diesel/olje har en meget ujevn fordeling i sedimentene. Det er derfor vanskelig å få konsistente verdier for THC og nC_{17} /pristan -forhold for prøver med diesel/olje forurensing. Analyseresultatene fra prøvetakingen i oktober 1996 har vist et høyst varierende THC-verdier og nC_{17} /pristan forhold. Tidsserier for både THC og nC_{17} /pristan forhold kan imidlertid vise generelle tendenser for nedbryting av diesel/olje forbindelsene over lengere tidsperioder. Det vil være viktig å sammenligne resultatene av analyser fra denne prøvetaking med tidligere analyser av bl.a. sedimentprøver med dokumentert diesel/olje forurensing.

5 RESULTATER

5.1 Sedimentprøver

Jordprøvene som er beskrevet i tabell 1 er tatt på følgende måte:

- tre prøver langs bekk 2 (prøvepunktene 5, 9 og 18);
- prøver tatt i tre transekter på tvers av bekk 2 med 20 m avstand mellom prøvepunktene med midtpunkt i prøvepunktene 5, 9 og 18;
- et prøvefelt rundt prøvepunkt 18, hvor det er tatt 8 prøver i to vinkelrette transekter med en meters avstand mellom prøvepunktene med prøvepunkt 18 i midten. Dette felt er valgt p.g.a. at det er funnet spesielt høye THC-verdier på dette punkt både oktober 1995 og oktober 1996;

Tabell 3 viser innholdet av totalmengder hydrokarboner (THC) i jordprøver. THC konsentrasjonen er oppgitt i mg/kg tørr prøve.

Tabell 3: Resultater av totalmengde hydrokarboner i jordprøver. THC-konsentrasjonen er oppgitt i mg/kg tørr prøve

ID nr.	Prøvenavn:	% tørrstoff	THC mg/kg
98-595-1	Prøvepunkt 5, jord, 20.10.98	13,2	870
98-595-2	Prøvepunkt 9, jord, 21.10.98	44,5	581
98-595-3	Prøvepunkt 18, jord, 20.10.98	18,5	4420
98-595-4	Prøvepunkt 27, jord, 20.10.98	55,4	10,9
98-595-5	Prøvepunkt 28, jord, 20.10.98	16,8	305
98-595-6	Prøvepunkt 29, jord, 20.10.98	12,4	514
98-595-7	Prøvepunkt 30, jord, 20.10.98	16,5	787
98-595-8	Prøvepunkt 31, jord, 21.10.98	15,5	648
98-595-9	Prøvepunkt 32, jord, 21.10.98	13,7	245
98-595-10	Prøvepunkt 33, jord, 21.10.98	14,4	552
98-595-11	Prøvepunkt 34, jord, 21.10.98	17,4	354
98-595-12	Prøvepunkt 35, jord, 21.10.98	13,7	148
98-595-13	Prøvepunkt 36, jord, 21.10.98	13,2	491
98-595-14	Prøvepunkt 37, jord, 21.10.98	11,9	736
98-595-15	Prøvepunkt 38, jord, 21.10.98	13,9	732
98-595-16	Prøvepunkt 39, jord, 20.10.98	26,9	246
98-595-17	Prøvepunkt 40, jord, 20.10.98	24,1	1600
98-595-18	Prøvepunkt 41, jord, 20.10.98	13,9	3840
98-595-19	Prøvepunkt 42, jord, 20.10.98	12,1	283
98-595-20	Prøvepunkt 43, jord, 20.10.98	19,6	4270
98-595-21	Prøvepunkt 44, jord, 20.10.98	20,2	1000
98-595-22	Prøvepunkt 45, jord, 21.10.98	11,0	5030
98-595-23	Prøvepunkt 46, jord, 21.10.98	48,5	5240

5.1.1 Prøvepunktene 5, 9 og 18

Det ble tatt sedimentprøver i de avmerkede punktene 5, 9 og 18. Alle punktene er plassert ved bredden av bekk 2. Resultatene av analysene viser henholdsvis en THC-konsentrasjon på 870 mg THC/kg tørrstoff, 581 mg THC/kg tørrstoff og 4420 mg THC/kg tørrstoff. Gasskromatografiske analyser av prøvene viser, at det er nedbrutt diesel/olje som forekommer i prøvene. Figur 1 viser hvorledes THC konsentrasjonen har blitt redusert sammenlignet med analysene fra de samme prøvepunkter Oktober 1995 og Oktober 1996. Den mest markante reduksjon ses for prøvepunkt 18, hvor THC-konsentrasjonen ble målt til henholdsvis 16400 mg/kg tørrstoff og 18900 mg/kg tørrstoff for prøvetakingen 1995 og 1996. For prøvepunkt 9 er det også tale om en meget markant reduksjon i THC-innholdet, spesielt sammenlignet med Oktober 1995 (7760 mg THC/kg tørrstoff). For prøvepunkt 5 er det en litt mindre reduksjon i THC sammenlignet med oktober 1995 og oktober 1996. Den generelle trend er at det er skjedd en markant reduksjon i THC-konsentrasjon i sedimentprøvene over tid.

En tilsvarende tidsserie for nC₁₇/pristan forholdet i Figur 2 viser ikke samme tydelige nedbrytningstrend som THC-konsentrasjonene i Figur 1. Ved nedbryting av olje er det

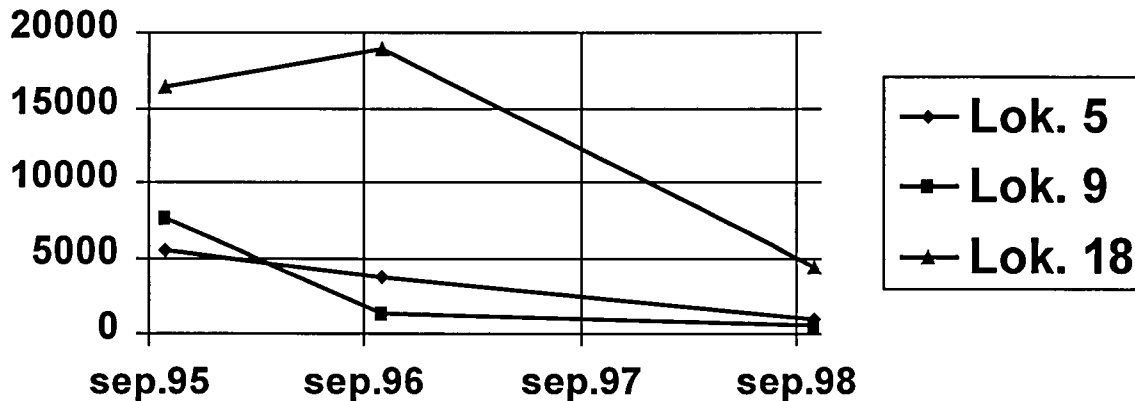
forventet at nC_{17} /pristan forholdet vil reduseres med tid (Christensen & Larsen, 1993). De gasskromatografiske analysene viser dog at nC_{17} /pristan forholdet er noe redusert for alle prøvene når man sammenligner analysene fra prøvetakingen oktober 1995 med analysene fra prøvetakingen oktober 1998. Dette tolkes som et resultat av fortsatt bakteriell nedbryting av oljen på de tre prøvelokalitetene, men at nedbrytningen tar lengre tid når de lettest nedbrytbare komponenten er borte. For alle prøvene gjelder det, at de allerede er sterkt bakteriell nedbrutt, sammenlignet med en normal diesel med et nC_{17} /pristan forhold på 1,88 (Tabell 4).

Tabell 4: Angivelse av C_{17} /pristan-forholdet samt opplysning om hvilken type hydrokarboner som er funnet i jordprøvene.

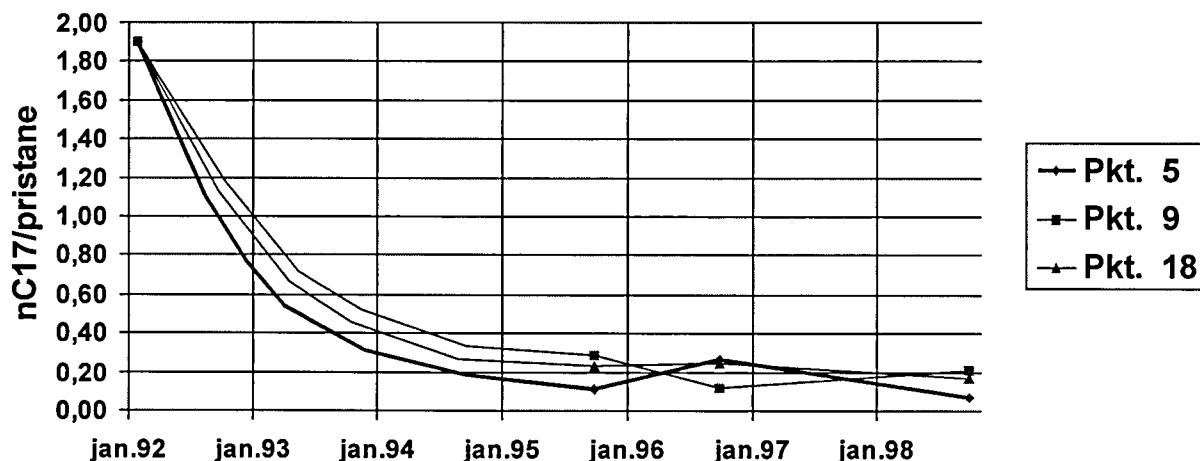
Prøvenavn:	C_{17} / pristan	Type hydrokarboner
Prøvepunkt 5, jord, 20.10.98	0,07	Nedbrutt diesel/fyringsolje. Inneholder i tillegg noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 9, jord, 21.10.98	0,21	Nedbrutt diesel/fyringsolje
Prøvepunkt 18, jord, 20.10.98	0,17	Nedbrutt diesel/fyringsolje
Prøvepunkt 27, jord, 20.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 28, jord, 20.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 29, jord, 20.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 30, jord, 20.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 31, jord, 21.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 32, jord, 21.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 33, jord, 21.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 34, jord, 21.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 35, jord, 21.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 36, jord, 21.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 37, jord, 21.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 38, jord, 21.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 39, jord, 20.10.98	0,23	Nedbrutt diesel/fyringsolje. Inneholder i tillegg noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 40, jord, 20.10.98	0,12	Nedbrutt diesel/fyringsolje
Prøvepunkt 41, jord, 20.10.98	0,76	Mindre nedbrutt diesel/fyringsolje
Prøvepunkt 42, jord, 20.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 43, jord, 20.10.98	0,62	Mindre nedbrutt diesel/fyringsolje
Prøvepunkt 44, jord, 20.10.98	0,56	Mindre nedbrutt diesel/fyringsolje
Prøvepunkt 45, jord, 21.10.98	0,14	Nedbrutt diesel/fyringsolje
Prøvepunkt 46, jord, 21.10.98	0,26	Nedbrutt diesel/fyringsolje
Standard dieselolje	1,88	

- = ikke påvist

En sammenligning av gasskromatogrammer fra 1995 med gasskromatogrammer fra 1998 for lokalitetene 5, 9 og 18 viser at det er bakterielt nedbrutte diesel/mineraloljer i alle lokalitetene. Det er mindre forskjeller mellom kromatogrammene fra 1995 og 1998 for lokalitetene 9 og 18. Det tyder på en gradvis fjernelse av hydrokarboner, sannsynligvis ved bakteriell nedbryting. Gasskromatogrammene fra lokalitet 5 viser både for 1995 og 1998 at det er tale om sterkt nedbrutt diesel/mineralolje.



Figur 1: Tidsserie for mg THC/kg tørrstoff i prøvepunkt 5, 9, 18 langs Bekk-2.



Figur 2: Tidsserie for nC17/pristan-forholdet i prøvepunkt 5, 9 og 18 langs Bekk-2.

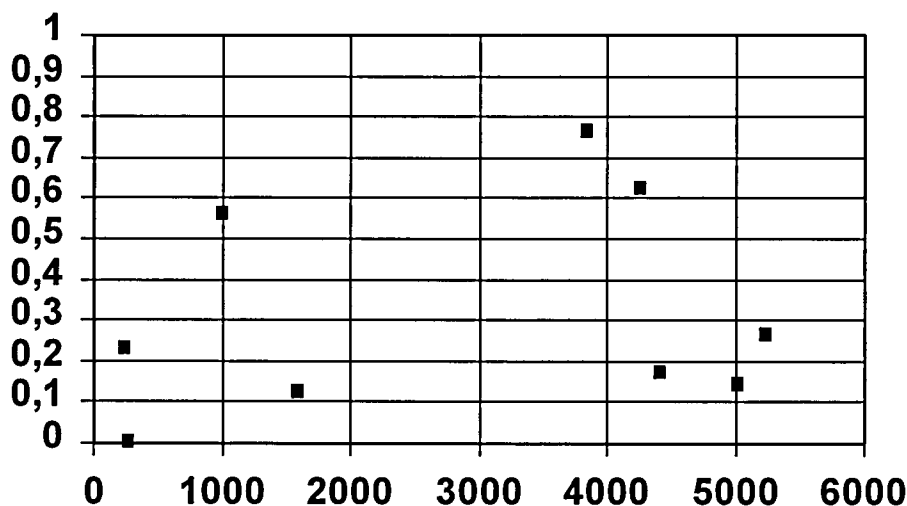
5.1.2 Transekter på tvers av bekk 2

Transektene på tvers av bekk 2 i punktene 5, 9 og 18 viser at THC-verdiene varierer fra 10 til omtrent 800 mg/kg tørrstoff i prøvepunktene 20 - 40 m fra bekk 2. I tillegg viser gasskromatogrammene at prøvepunktene 20 m og 40 m på begge sider av bekk 2 ikke har diesel/olje tilstede. I disse prøvepunktene er det registrert upolare organiske forbindelser (se kartbilag 1). De upolare organiske forbindelsene kan f.eks. være humussyrer. Det er typisk at gasskromatogrammer fra myrområder inneholder upolare organiske forbindelser, noe som

viser at det her er tale om naturlig forekommende organiske forbindelser dannet ved naturlige prosesser. Ut i fra disse observasjoner kan det konkluderes, at forurensingen først og fremst er lokalisert i nærheten av bekk 2 og ikke i myrområdene på sidene av bekk 2.

5.1.3 Prøvetakingsfelt ved prøvepunkt 18

Prøvetakingsfeltet rundt prøvepunkt 18 med i alt 9 prøvepunkter ble valgt for å undersøke hvor stor variasjon det forekommer innenfor et mindre avgrenset område på ca. 9 m² med dokumentert diesel/olje forurensing. Fordelingen av prøvepunktene er vist i Kartbilag 1. Figur 3 viser THC - nC₁₇/pristan kryssplottet for prøvepunktene i feltet ved pkt. 18. Alle prøvene i prøvetfeltet bortsett fra prøve 42 har diesel/olje tilstede. THC-konsentrasjonene varierer imidlertid fra 246 - 5240 mg/kg tørrstoff. Prøvene 39 og 40 ble begge tatt i bekkeløpet. Det kan muligens forklare de lavere THC-verdier, ettersom mer av oljen kan ha blitt transportert bort. nC₁₇/pristan forholdet viser markante forskjeller. Prøvepunktene 41, 43 og 44 har høye nC₁₇/pristan forhold (0,56 og 0,72), mens prøvepunktene 18, 39, 40, 45 og 46 har markant mindre nC₁₇/pristan forhold (0,12 - 0,26). Prøve 42, som ikke kan karakteriseres som en diesel/mineralolje, er det ikke registrert noe nC₁₇/pristan forhold.



Figur 3: THC - nC₁₇/pristan kryssplott for de ni prøvene som er analysert ved prøvepunkt 18. I pkt. 42 er det ikke registrert diesel og derfor heller intet nC₁₇/pristan-forhold.

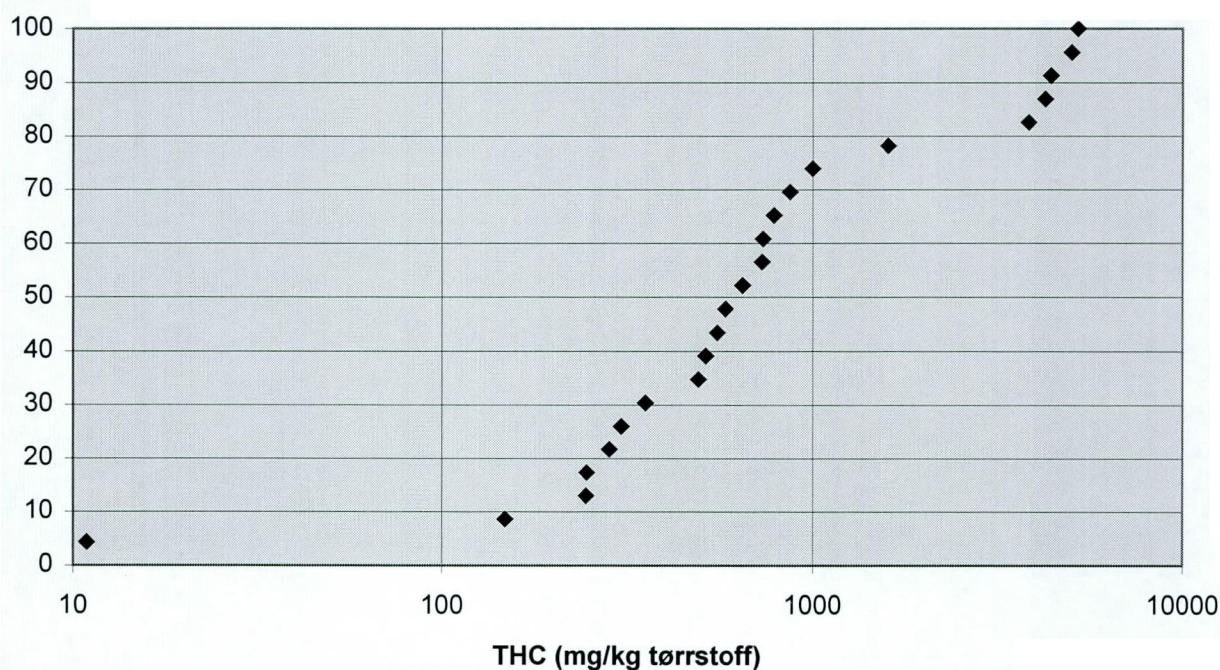
Dersom det var en god korrelasjon mellom THC og nC₁₇/pristan-forholdet ville punktene i Figur 3 følge en rett linje. De forskjellige verdier for THC og nC₁₇/pristan forhold viser imidlertid, at selv innenfor et avgrenset prøvetfelt er det markante forskjeller i begge verdier. Det må derfor konkluderes, at det er vanskelig å forutsi mengden av diesel selv innenfor et mindre område. Forskjellene i nC₁₇/pristan forholdet kan skyldes forskjell i bakteriell nedbryting av den samme type diesel/olje. Alternativt kan nC₁₇/pristan forholdet muligens indikere at det forekommer to forskjellige typer mineralolje produkter med forskjellige kjemiske signaturer rundt prøvepunkt 18.

5.1.4 Konklusjon

THC-verdiene viser, at det er stor forskjell innenfor selv små områder. Olje finnes fordelt inhomogent i jord og sedimenter. Kvalitative vurderinger av oljens sammensetning antyder også at oljen ikke gjennomgår samme nedbryting. Det kan skyldes forskjellig grad av nedbryting, forskjellige oljer er transportert i bekken eller den samme type olje eller diesel har rent ut fra samme kilde oppstrøms ved flere episoder.

Figur 4 viser frekvensfordelingen av målte THC-verdier langs bekk 2. En kan tydelig se at det er to grupper av prøver. Den første bratte linjen i alt vesentlig grad de naturlig forekommende organiske forbindelsene, kalt upolare organiske forbindelser og representerer området utenfor bekk 2 (Kartbilag 1). Den andre bratte kurven viser område/prøver som er forurenset med diesel og er lokalisert til Bekk-2.

Kumulativ fordeling av THC i bekkesediment ved Skoddebergvatn



Figur 4: Kumulativ fordeling av THC i jordprøver fra området rundt Bekk-2.

5.2 Vannprøver

Vannprøvene, som ble tatt ved prøvepunkt 3 og prøvepunkt 5, har ikke påvist hydrokarboner (Kartvedlegg 1 og tabell 5). Det forekommer ikke noen transport av diesel eller mineralolje i vannfase gjennom bekk 2 på nåværende tidspunkt. Dette er forskjellig fra vannprøvene tatt i 1996, hvor det ble dokumentert spor av hydrokarboner (NGU-rapport 97.004). Det ble sannsynliggjort at de registrerte hydrokarboner i vannprøvene stammer fra diesel, lett fyringsolje eller bensin.

Tabell 5: Resultater av oljeanalyser av vannprøver fra prøvepunkt 3 og 5 ved Bekk-2.

Prøve	SINTEF serie nr. 1998-595	B	T	EX	Sum BTEX	Sum bensin *	Sum min.olje**
		µg/l					
Prøvepkt. 3	24	-	-	-	-	-	-
Prøvepkt. 5	25	-	-	-	-	-	-

B = benzen, T = toluen, EX = sum etylbenzen og xylener

- = 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.

Deteksjonsgrensene for vann:

-enkelteforbindelser (BTEX): 0,1 µg/l

-sum bensin: 1 µg/l

- sum hydrokarboner C₁₀-C₃₀: 10 µg/l

6 RISIKO OG KONSEKVENSVURDERING

Som i den innledende undersøkelsen i 1995 (Misund og Lauritsen 1995) og i den oppfølgende undersøkelsen i 1996 (Misund, 1997) er det også i denne undersøkelsen påvist betydelige mengder med hydrokarboner i sedimentene langs Bekk-2. Tre av de opprinnelige prøvepunktene for jordprøver fra foregående undersøkelser (pkt. 5, 9, 18) er reprøvetatt. For alle tre prøvepunkt er det målt en nedgang i THC-innhold i sedimentene i forhold til undersøkelsene i 1995 og 96. Med dett som utgangspunkt er der gjennomført en enkel og stedsspesifikk risikoanalyse i henhold til SFT rapport 95:09 (Nordal et. al., 1995).

6.1 Enkel risikoanalyse

Området brukes i dag til tuområde/rekreasjon. For de som måtte ferdes i området vil ikke området fremstå som forurenset. Erfaring viser at det kun er mulig å se dieselforurensningen når en aktiv graver i bekkkanten. Det er derfor sannsynlig at det er svært liten transport av diesel fra de forurensete massene til Skoddebergvatnet. I vannprøver tatt i oktober 1998 i bekk-2 (som renner ut i Skoddebergvatn) ble det ikke påvist oljerelaterte hydrokarboner i noen av prøvene.

Ut fra dagens arealbruk vil det derfor ikke være riktig å bruke de strenge kriteriene som gjelder for mest følsomt arealbruk. I "Rammetillatelse til oppgraving, håndtering og behandling av forurenset masser for Forsvarets områder", gitt i brev fra SFT datert 1. Desember 1997 er grenseverdi for olje (THC) satt til 1000 mg/kg tørrstoff. Dette betyr at masser som inneholder mindre enn 1000 mg olje/kg tørrstoff kan deponeres på Forsvarets grunn. Den høyeste målte THC-verdien finnes i prøvepunkt 46, som ligger to meter vest for pkt. 18. I pkt. 46 er det målt 5240 mg THC/kg tørrstoff. Eksisterende norsk normverdi for mest følsomt arealbruk er 100 mg THC/kg tørrstoff. De målte konsentrasjonene av THC overstiger altså grenseverdien gitt i brev fra SFT av 1. Desember 1997 (SFT, 1997) og det er derfor nødvendig å gjennomføre en stedsspesifikk risikoanalyse.

6.2 Stedsspesifikk risikoanalyse

Dagens arealbruk på lokaliteten er rekreasjon/friluftsliv. Kvaliteten i Skoddebergvatnet bør være slik at det kan drives fiske. Skoddebergvatnet er ikke regulert til drikkevann, men ligger i et hytteområde, hvor enkelte kan bruke dette som vannkilde. Kommunen kjenner ikke til fastboende som bruker det som vannkilde.

6.2.1 Kildekarakterisering

Sannsynlig hendelsesforløp er at det vinteren 1992 skjedde et større utslipp av diesel fra verkstedsområdet (Kartbilag 1) og at dieselen så ble ført med Bekk-2 til Skoddebergvatnet. I 1992 var det klage fra beboerne ved vannet at det luktet diesel, og smakte diesel av fisken, men det er ikke kommet tilsvarende klager siden 1995. Utslipet skjedde trolig på vinteren når området var snødekt. Snøen langs Bekk-2 har da trolig blitt mettet med diesel som igjen har ført til at også massene langs Bekk-2 ble forurenset. Undersøkelser i kildeområdet (verkstedsområdet) har ikke ført til funn av nedgravde tanker eller andre kilder som fortsatt forurenser området. Undersøkelsene i 1995, 1996 og 1998 har påvist de mest forurensete massene langs nedre del av Bekk-2, med størst konsentrasjon rundt pkt. 18, og denne delen av Bekk-2 blir derfor det nåværende kildeområde. Undersøkelsen i 1998 har vist at forurensningen er lokalisert til området i umiddelbar nærhet av Bekk-2. I jordprøver tatt i 20 og 40 m avstand fra Bekk-2 er det ikke påvist diesel.

Erfaring viser at det kun er mulig å se dieselforurensningen langs Bekk-2 når en aktivt graver i massene i bekkedanten. Dette skyldes trolig at diesel er 'fanget' i porerommet mellom sedimentkornene, og/eller at oljen bindes til organiske stoffer i myrområdet. I vannprøver tatt i oktober 1998 i Bekk-2 (som renner ut i Skoddebergvatn) ble det ikke påvist oljerelaterte hydrokarboner i noen av prøvene, og det er derfor sannsynlig at det er en svært liten transport av diesel fra de forurensete massene til Skoddebergvatnet.

Prøver tatt i 1995 og 1996 viste til dels meget høye konsentrasjoner av THC (16000 og 18000 mg/kg tørrstoff) i jordprøver fra pkt. 18. Reprøvetaking av pkt. 18 i 1998 viste at konsentrasjonen av THC nå var sunket til 5240 mg/kg tørrstoff.

6.2.2 Karakterisering av spredningsveier

Området mellom kildeområdet (nedre del av Bekk-2) og Bekk-2/Skoddebergvatnet er flatt og myrlendt. Av prøvene tatt i 1998 hadde 17 av 23 prøver tørrstoffinnhold under 20 %, som viser at det er lite minerogent materiale i prøvene. Dette er typisk for myrområder. Undersøkelser ved pkt. 18 har vist at det meste av forurensningen er lokalisert til området i umiddelbar nærhet av Bekk-2. De mest sannsynlige spredningsveier for dieselforurensningen er derfor: i) i perioder med stor vannføring under snøsmelting 'vaskes' dieselforurensningen ut av sedimentene, ii) i perioder med lav vannføring vil det være en grunnvannsavrønning mot bekken med muligheter for utvasking av dieselforurensning fra sedimentene til bekken.

Verken i 1995, 1996 eller 1998 er det påvist betydelige mengder med THC i bekkevannet ved utløpet for Bekk-2 til Skoddebergvatnet (pkt. 5). Det er ikke tatt prøver av myrvannet, men siden forurensningen er konsentrert langs Bekk-2 vil det alt vesentlige av eventuell transport skje langs bekken. På grunn av dette og dårlig permeabilitet i myrområdet kan en derfor med stor sannsynlighet se bort fra at myrområdet utgjør en betydelig spredningsvei.

Under feltarbeidet i oktober 1998 ble det målt temperatur, elektrisk ledningsevne og oksygeninnhold i vannet i prøvegroppa. Temperaturen i vannet varierte mellom 0,3 og

1,9 ° C, elektriske ledningsevne varierte mellom 20 og 106 µS/cm og oksygeninnholdet lå mellom 2 og 11 mg/l. Dataene viser at det er en negativ korrelasjon mellom temperatur/THC og oksygen/THC på henholdsvis - 0,53 og - 0,31. Det er positiv korrelasjon mellom elektrisk ledningsevne/THC på 0,53.

På tross av den lav temperaturen og oksygeninnhold i oktober 98 er det registrert en betydelig reduksjon i målte THC-verdier fra 1995 til 1998, som for pkt. 18 er fra henholdsvis 16400 mg/kg tørrstoff til 4420 mg/kg tørrstoff. I samme periode er også C17/pristan-forholdet redusert fra 0,23 til 0,17. Det lave C17/pristan-forholdet samt reduksjonen i THC-innhold viser at det har skjedd, og trolig også skjer, en betydelig nedbryting/transport av lettløselige komponenter. Det lave oksygeninnholdet i vannet viser at det skjer en betydelig organisk omsetning som forbraker oksygen.

6.2.3 Effekter

Det forurensede området ligger utenfor det militære området, og dagens bruk av området er til friluftsliv/rekreasjon. Normal ferdsel kan skje i området uten at forurensingen vil virke sjenerende.

Som ved undersøkelsen i 1995 og 1996 har det ikke vært mulig å påvise kvantifiserbare mengder med hydrokarboner i bekkevannet ved utløpet til Skoddebergvatnet. Vi tror at dette i stor grad skyldes det lave C₁₇/pristan-forholdet som er målt i sedimentprøvene. Dette viser at de lett nedbrytbare forbindelsene er fjernet, og vi ser det derfor som lite sannsynlig at de påviste dieselmengdene vil utgjøre noen betydelig forurensningsrisiko med hensyn til vannkvaliteten i Skoddebergvatnet.

I perioden hvor det er gjort miljøtekniske undersøkelser (1995 - 98) er det ikke registrert klage fra brukere av området mht. vannkvalitet og ferdsel i området. Vegetasjonen i området ser ikke ut til å ha tatt skade av forurensningen.

6.2.4 Risikovurdering

Fra 1995 til 1998 er det registrert en betydelig nedgang i målte verdier for THC i jord. Forurensningen skyldes ikke aktivitet ved det forurensede område rundt den myrlendte delen av Bekk-2, men stammer fra det tidligere verkstedsområdet (Kartbilag 1) som ligger ca. 300 m oppstrøms pkt. 18. Det har derfor ikke vært noen anleggsaktivitet ved pkt. 18, og området fremtrer som uforstyrret natur.

Miljømålet for området bør være at det skal være godt egnet til friluftsliv/rekreasjon og turistnæring. Vannkvaliteten bør også være slik at vannet i Bekk-2 og Skoddebergvatnet er av økologisk tilfredsstillende kvalitet, dvs. at fisk som tas i vannet kan spises. Den registrerte forurensningen må derfor ikke hindre alminnelig ferdsel, eller virke skjemmende for turistnæringen i området.

Overvåkningen fra 1995 til 1998 har vist at det har skjedd en reduksjon i den totale forurensningen av THC langs Bekk-2. I samme perioden er det ikke registrert noen forurensninger i Bekk-2 eller Skoddebergvatnet. Det er derfor sannsynlig at miljømålene for området vil oppnås uten at det gjennomføres videre tiltak.

Det anbefales at området forblir et 'uberørt' naturområde, dvs. at en ikke fysisk fjerner den påviste forurensningen. Det er heller ikke behov for videre undersøkelser, men ved eventuelt endret arealbruk bør en ta hensyn til mulig forurensninger i sedimentene langs Bekk-2.

7 KONKLUSJON

På grunnlag av de gjennomførte undersøkelsene er det ikke noen akutt fare for forurensning av Skoddebergvatnet. Det er fremdeles betydelige mengder hydrokarboner i sedimentene langs Bekk-2, men undersøkelsene i 1995, 1996 og 1998 har ikke påvist utlekking av hydrokarboner til Skoddebergvatnet. Samtidig er innholdet av hydrokarboner i sedimentene betydelig redusert i løpet av treårsperioden 1995 til 1998. Vi mener derfor at det ikke er behov for videre undersøkelser, men ved eventuelt endret arealbruk bør en ta hensyn til mulig forurensninger i sedimentene langs Bekk-2.

8 REFERANSER

Christensen, L. B. og Larsen, T. H. 1993: Method for Determining the Age of Diesel Oil Spills in the Soil. *Ground Water Monitoring Review Fall 1993*, pp 142-149.

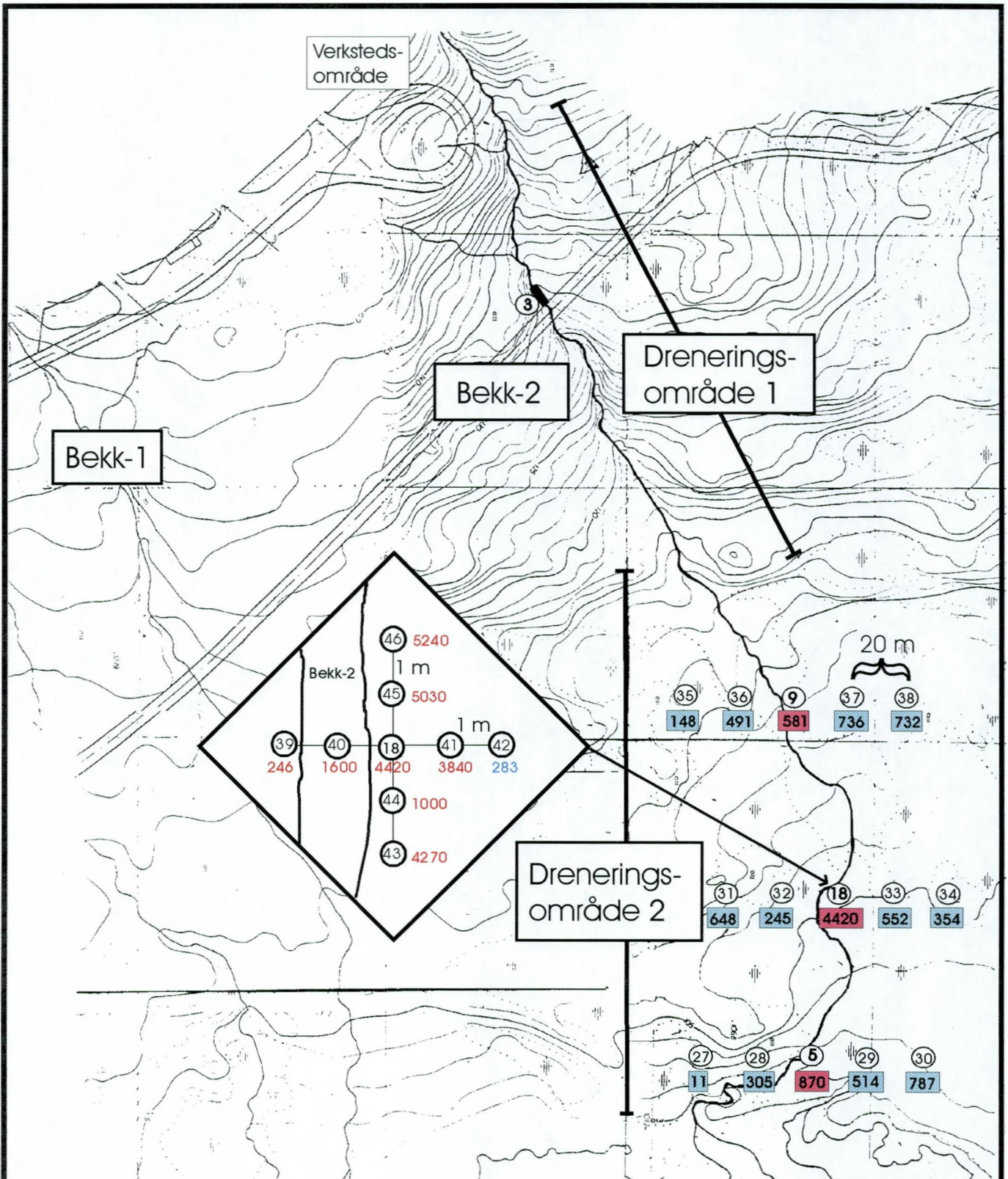
Misund, A. og Lauritsen, T. 1995: Miljøtekniske undersøkelser ved Skoddebergvatnet, Skånland kommune, Troms. *NGU rapport nr. 95.146*.

Misund, A. 1997: Overvåkning av forurensning ved Skoddebergvatnet, Skånland kommune, Troms. *NGU rapport nr. 97.004*.

Nordal, O., Andersen, S., Weholt, Ø. Og Huse, A. 1995: Håndtering av grunnforurensningssaker. Foreløpig saksbehandlerveiledning. *SFT Rapport 95:09*

KARTBILAG

98.159-1 Prøvepunkter for jord og vann med konsentrasjoner av THC i jord i oktober 98



RØD: Diesel
BLÅ: Upolare organiske forbindelser



FBT Region Nord-Norge MÅLTE VERDIER FOR THC (Hydrokarboner) I JORD Nye prøvepunkter er nr.: 27 - 46 SKODDEBERGVANN 1998 SKÅNLAND, TROMS	MÅLESTOKK	MÅLT A.M.	DES - 98
	1 : 2000	TEGN A.M.	DES - 98
		TRAC	
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 98.159-01	KARTBLAD NR 1332 II	

TEKSTBILAG 1

Analyserapport fra SINTEF for prøver tatt 20. og 21. Oktober 1998

NGU
Pb. 3006 - Lade
N-7002 Trondheim

att.: Arve Misund

97/01037 - 009

17 NOV 1993

MGU
AM

2721.00

Prøvsrapport

Deres ref.:
97/01037-007
MGU/AM/hrgVår ref.:
FOR/92-27Direkte innvalg:
22 06 76 32Oslo,
1998-11-16Oppdrag nr.:
27188.86

Oppdragets tittel:

ANALYSE AV TOTALMENGDE HYDROKARBONER I JORD OG VANNPRØVER

Prøveserie:
1998-595

Sammendrag

I ti av de analyserte jordprøvene er det påvist oljerelaterte hydrokarboner i konsentrasjonsområdet 246 til 5240 mg/kg tørr jord.

Det ble ikke påvist oljerelaterte hydrokarboner i de to analyserte vannprøvene.

Innledning

Den 22.10.98 ble det mottatt 23 jordprøver og 2 vannprøver. Jordprøvene skulle analyseres for totalmengde hydrokarboner og forholdet mellom C_{17} og pristan med GC/FID.

Vannprøvene skulle analyseres for oljerelaterte hydrokarboner med GC/MS screeningteknikk.

ID nr.	Prøvenavn:	Prøvebeskrivelse:
98-595-1	Prøvepunkt 5, jord, 20.10.98	Torv m. mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-2	Prøvepunkt 9, jord, 21.10.98	Sand m. gjørme-vann, pinner og gress. Lukter olje.
98-595-3	Prøvepunkt 18, jord, 20.10.98	Røtter m. torv rundt. Lukter råttent.
98-595-4	Prøvepunkt 27, jord, 20.10.98	Sand, røtter og litt torv. Lukter skogbunn.
98-595-5	Prøvepunkt 28, jord, 20.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-6	Prøvepunkt 29, jord, 20.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-7	Prøvepunkt 30, jord, 20.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-8	Prøvepunkt 31, jord, 21.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.

98-595-9	Prøvepunkt 32, jord, 21.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-10	Prøvepunkt 33, jord, 21.10.98	Torv med mye røtter. Lukter litt kloakk.
98-595-11	Prøvepunkt 34, jord, 21.10.98	Torv-jord m. noe røtter. lukter jord.
98-595-12	Prøvepunkt 35, jord, 21.10.98	Våt, tykk-grøtet torv m. litt røtter. Lukter blanding av skogbunn og kjeller.
98-595-13	Prøvepunkt 36, jord, 21.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-14	Prøvepunkt 37, jord, 21.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-15	Prøvepunkt 38, jord, 21.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-16	Prøvepunkt 39, jord, 20.10.98	Torv med mye røtter. Lukter kloakk-lignende.
98-595-17	Prøvepunkt 40, jord, 20.10.98	Torv, litt sand med mye røtter. Lukter kloakk-lignende.
98-595-18	Prøvepunkt 41, jord, 20.10.98	Torv med mye røtter. Lukter sterkt skogbunn.
98-595-19	Prøvepunkt 42, jord, 20.10.98	Torv med mye røtter. Lukter kloakk-lignende.
98-595-20	Prøvepunkt 43, jord, 20.10.98	Torv med mye røtter. Lukter kloakk-lignende og olje.
98-595-21	Prøvepunkt 44, jord, 20.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn med litt oljelukt.
98-595-22	Prøvepunkt 45, jord, 21.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn.
98-595-23	Prøvepunkt 46, jord, 21.10.98	Torv med mye røtter. Lukter skogbunn og svak oljelukt.
98-595-24	Prøvepunkt 3, vann, 21.10.98	
98-595-25	Prøvepunkt 5, vann, 20.10.98	

Vannprøvene kom på 1L glassflasker. Jordprøvene kom i 0,5L glasskrukker med glasslokk.

Eksperimentelt

Jordprøver

Analysene ble utført i henhold til akkreditert metode 2740 AF2 utgave 7 i tidsrommet 23.10.98 til 11.11.98.

Angivelse av C_{17} /pristan-forholdet og opplysning om hvilken type hydrokarboner som er funnet i jordprøvene omfattes ikke av akkrediteringen.

Ca 50 g våt jord forsåpes med 80 ml 0.5 N metanolisk NaOH under koking med tilbaketilbaksjøling i 2 timer. Etter forsåpning filtreres prøvene med sug og vaskes med 50 ml metanol og 75 ml diklormetan (første ekstraksjonsvolum). Filtratet overføres til skilletrakt og ristes. Diklormetanfasen tappes av og filtratet ekstraheres ytterligere en gang med 50 ml diklormetan. Det samlede diklormetanekestraktet tørkes med natriumsulfat (Na_2SO_4), oppkonsentreres og polare komponenter fjernes ved kromatografering på Bond-Elut Silica kolonne (Analytichem International). Etter eluering med heksan fra Bond Elut blir ekstraktene oppkonsentrert til et passende volum og analysert med gasskromatografi (GC).

Tørrvekt av prøven bestemmes ved at en aliquot av prøven veies inn og tørkes ved $105^{\circ}C$ i 2 døgn.

Gasskromatografi benyttes til å bestemme prøvens innhold av hydrokarboner.

Kvantifiseringen gjøres med en flammeionisasjonsdetektor. Detektorresponsen (arealet) fra prøven sammenlignes med responsen fra en kjent standard. Arealet måles i

kokepunktsområdet n-C₁₀ til n-C₄₀ alkan. Standard dieselolje er benyttet som standard i denne analysen.

GC-analysen gir i tillegg til mengdeangivelsen, også et GC-kromatogram som gir et "fingeravtrykk" av ulike oljetyper. Dette kan benyttes til identifikasjon av hva slags olje som foreligger.

Vannprøver

Prøvene ble oppbevart i kjøleskap. Analysene ble utført med en GC/MS screening teknikk. Analysen ble utført med tanke på lavt oljeinnhold (drikkevannsnivå). Denne analysen omfattes ikke av akkrediteringen.

Prøvene ble dekantert, surgjordt (pH2), tilsatt indre standarder og ekstrahert med diklormetan. Diklormetaneekstraktet ble tørket og konsentrert, deretter analysert med GC/MS operert i full scan (40 - 300 u) mode. Det ble benyttet en Ion Trap MS før å oppnå lavest mulig deteksjonsgrenser. Påviste forbindelser ble identifisert utfra kromatografiske retensjonstider og opptatte massespektre. Forbindelsene ble kvantifisert ved sammenligning av detektorrespons til indre standarder og forbindelser, og ved sammenligning mot referanser av oljedestillater.

Resultat

Jordprøver

GC-kromatogrammene av de analyserte prøvene sammen med kromatogrammet av en standard dieselolje er gjengitt i Figurene 1-6.

Resultatene fra THC analysen er gitt i Tabell 1

Det ble funnet oljerelaterte hydrokarboner i 10 av de analyserte prøvene. Dette er prøvene fra prøvepunkt 5, 9, 18, 39, 40, 41, 43, 44, 45, og 46. Mengden olje som er påvist i prøvene varierer fra 246 til 5240 mg/kg tørr jord. I de øvrige prøvene er det påvist upolare, organiske forbindelser (ingen typisk mineraloljepofil) fra 10,9 til 787 mg/kg tørr jord.

Angivelse av C₁₇/pristan-forholdet og opplysning om hvilken type hydrokarboner som er funnet i jordprøvene er gitt i Vedlegg 1, Tabell 3.

Analysebetingelsene for den gasskromatografiske analysen er gitt i Vedlegg 2

Resultattabell 1:

Resultater av totalmengde hydrokarboner av jordprøver. THC konsentrasjonen er oppgitt i mg/kg tørr prøve

ID nr.	Prøvenavn:	% tørrestoff	THC mg/kg
98-595-1	Prøvepunkt 5, jord, 20.10.98	13,2	870
98-595-2	Prøvepunkt 9, jord, 21.10.98	44,5	581
98-595-3	Prøvepunkt 18, jord, 20.10.98	18,5	4420
98-595-4	Prøvepunkt 27, jord, 20.10.98	55,4	10,9
98-595-5	Prøvepunkt 28, jord, 20.10.98	16,8	305
98-595-6	Prøvepunkt 29, jord, 20.10.98	12,4	514
98-595-7	Prøvepunkt 30, jord, 20.10.98	16,5	787
98-595-8	Prøvepunkt 31, jord, 21.10.98	15,5	648
98-595-9	Prøvepunkt 32, jord, 21.10.98	13,7	245
98-595-10	Prøvepunkt 33, jord, 21.10.98	14,4	552
98-595-11	Prøvepunkt 34, jord, 21.10.98	17,4	354
98-595-12	Prøvepunkt 35, jord, 21.10.98	13,7	148
98-595-13	Prøvepunkt 36, jord, 21.10.98	13,2	491
98-595-14	Prøvepunkt 37, jord, 21.10.98	11,9	736
98-595-15	Prøvepunkt 38, jord, 21.10.98	13,9	732
98-595-16	Prøvepunkt 39, jord, 20.10.98	26,9	246
98-595-17	Prøvepunkt 40, jord, 20.10.98	24,1	1600
98-595-18	Prøvepunkt 41, jord, 20.10.98	13,9	3840
98-595-19	Prøvepunkt 42, jord, 20.10.98	12,1	283
98-595-20	Prøvepunkt 43, jord, 20.10.98	19,6	4270
98-595-21	Prøvepunkt 44, jord, 20.10.98	20,2	1000
98-595-22	Prøvepunkt 45, jord, 21.10.98	11,0	5030
98-595-23	Prøvepunkt 46, jord, 21.10.98	48,5	5240

Kvantifiseringsgrensen for hydrokarboner i denne analysen er 2,5 mg/kg tørr jord.

Måleusikkerhet i metoden er 15% basert på gjentatte og regelmessige analyser av en husstandard.

Resultat

Vannprøver

Det ble ikke påvist oljerelaterte hydrokarboner i noen av vannprøvene.

GC/MS-kromatogrammene av de 2 analyserte vannprøvene er gjengitt i Figur 7 og 8.

Resultattabell 3:

B = benzen, T = toluen, EX = sum etylbenzen og xylener

Prøve	SINTEF serie nr. 1998-595	B	T	EX	Sum BTEX	Sum bensin *	Sum min.olje **
		µg/l					
Prøvepkt.3	24	-	-	-	-	-	-
Prøvepkt.5	25	-	-	-	-	-	-

- = 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.


Deteksjonsgrensene for vann:

-enkelteforbindelser (BTEX): 0,1 µg/l

-sum bensin: 1 µg/l

- sum hydrokarboner C₁₀-C₃₀: 10 µg/l

Med hilsen
SINTEF Kjemi


Nina Gjøs
Laboratorieleder
Miljøteknologi og analyse


Frøydis Oreld
Prosjektleder

Vedlegg: 2 vedlegg + 8 figurer med kromatogrammer

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 1

Angivelse av C_{17} /pristan-forholdet og opplysning om hvilken type hydrokarboner som er funnet i jordprøvene.

Prøvenavn:	C_{17} /pristan	Type hydrokarboner
Prøvepunkt 5, jord, 20.10.98	0,07	Nedbrutt diesel/fyringsolje. Inneholder i tillegg noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 9, jord, 21.10.98	0,21	Nedbrutt diesel/fyringsolje
Prøvepunkt 18, jord, 20.10.98	0,17	Nedbrutt diesel/fyringsolje
Prøvepunkt 27, jord, 20.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 28, jord, 20.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 29, jord, 20.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 30, jord, 20.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 31, jord, 21.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 32, jord, 21.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 33, jord, 21.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 34, jord, 21.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 35, jord, 21.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 36, jord, 21.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 37, jord, 21.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 38, jord, 21.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 39, jord, 20.10.98	0,23	Nedbrutt diesel/fyringsolje. Inneholder i tillegg noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 40, jord, 20.10.98	0,12	Nedbrutt diesel/fyringsolje
Prøvepunkt 41, jord, 20.10.98	0,76	Mindre nedbrutt diesel/fyringsolje
Prøvepunkt 42, jord, 20.10.98	-	Ingen typisk mineraloljeprofil, prøven inneholder noen ukjente upolare organiske forbindelser
Prøvepunkt 43, jord, 20.10.98	0,62	Mindre nedbrutt diesel/fyringsolje
Prøvepunkt 44, jord, 20.10.98	0,56	Mindre nedbrutt diesel/fyringsolje
Prøvepunkt 45, jord, 21.10.98	0,14	Nedbrutt diesel/fyringsolje
Prøvepunkt 46, jord, 21.10.98	0,26	Nedbrutt diesel/fyringsolje
Standard dieselolje	1,88	

- = ikke påvist

VEDLEGG 2

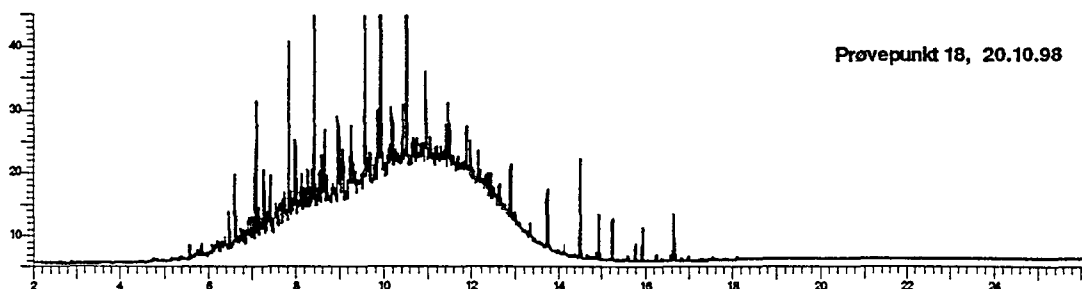
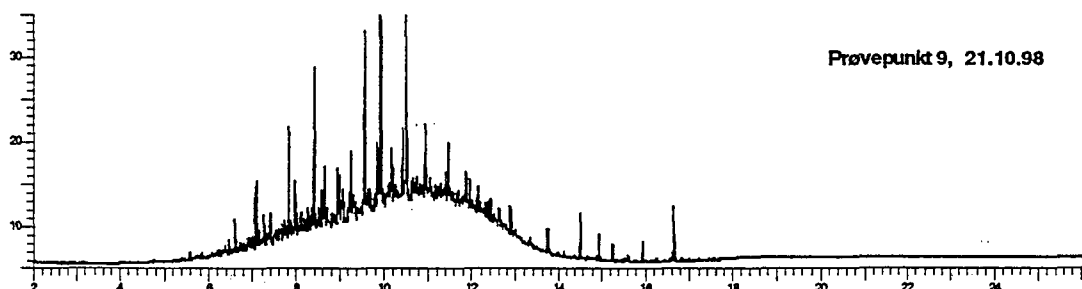
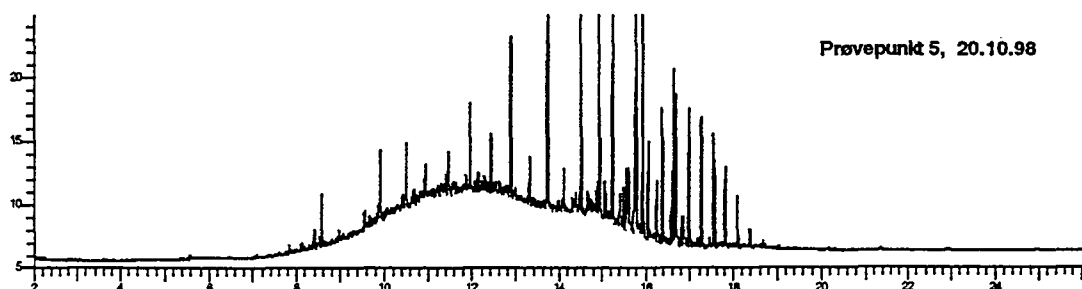
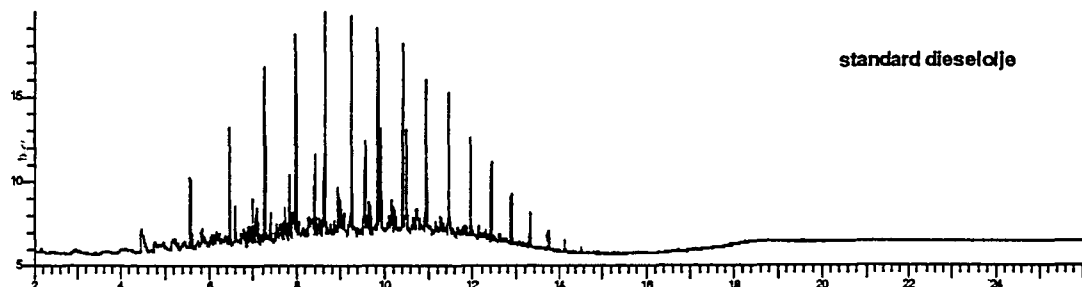
Analysebetingelser for GC :

Gasskromatograf : HP 5880 med autosampler HP 7673 A
GC-kolonne : 12.5 m x 0.20 mm i.d. , fused silica crosslinked with dimethylsilicon

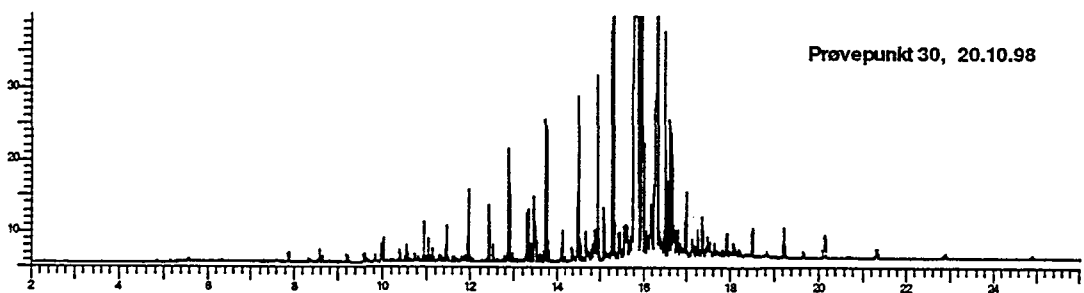
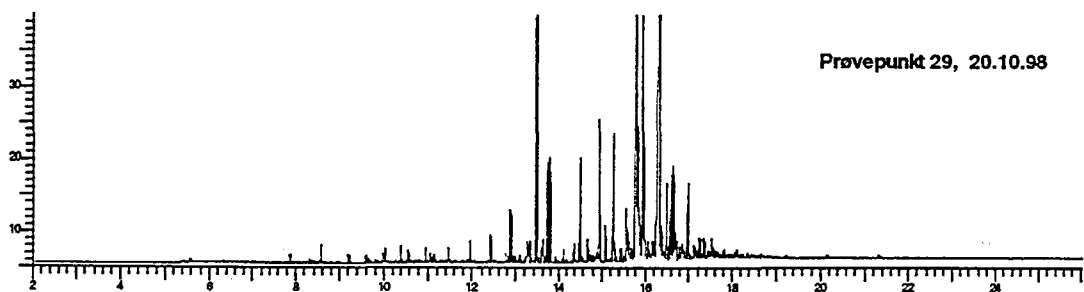
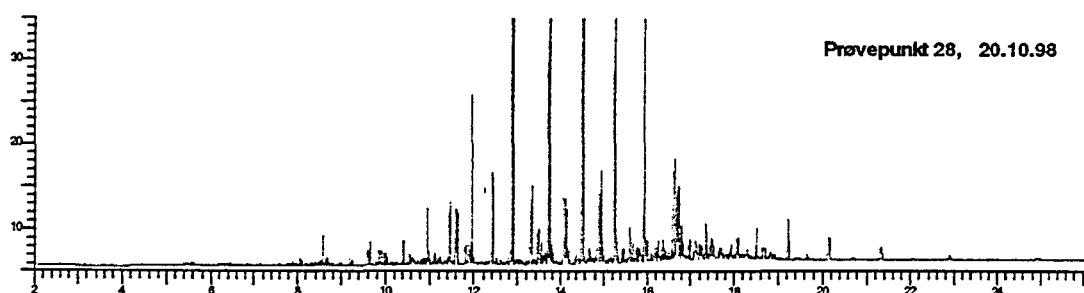
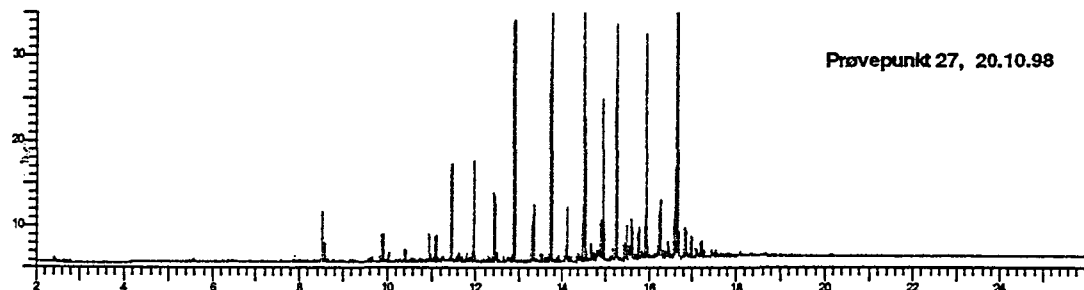
Temperaturer

Kolonne : 50°C (3 min) - 20°C/min - 350°C (10 min)
Injektor : 280°C
Detektor : 350°C

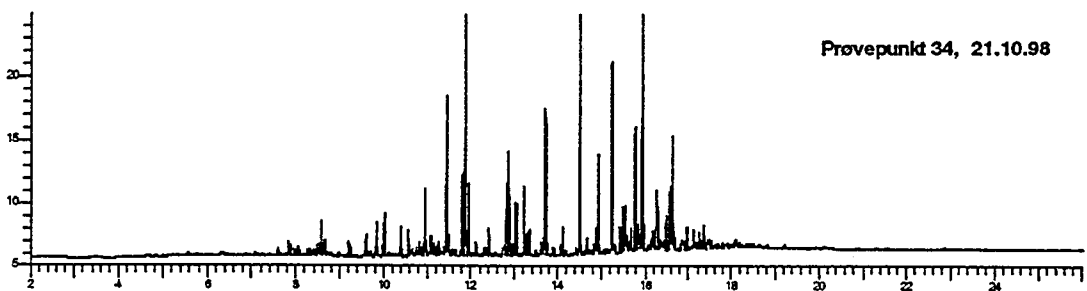
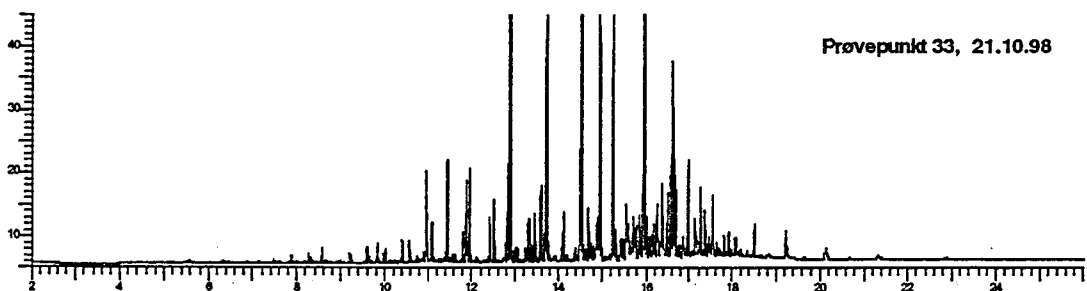
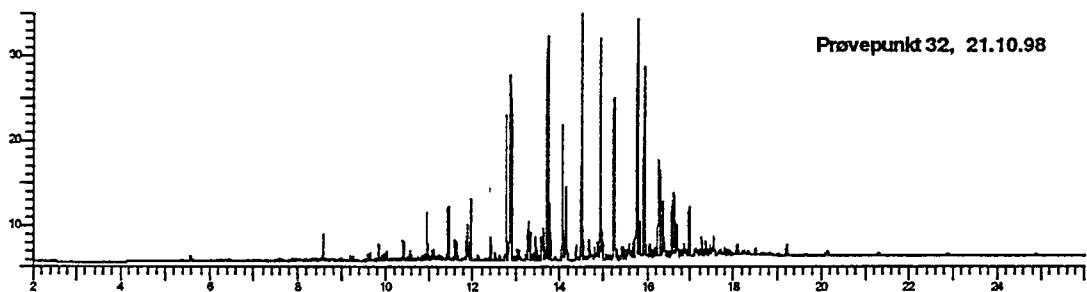
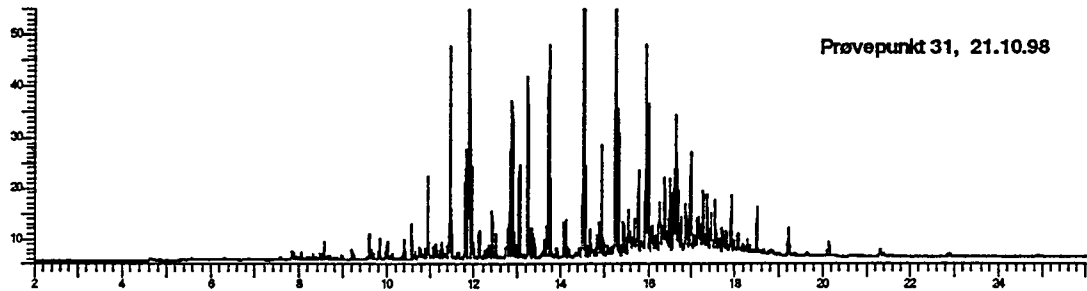
Bæregass : Hydrogen
Injisert volum : 1.0 µl splitless
Datasytem : Turbochrom 4



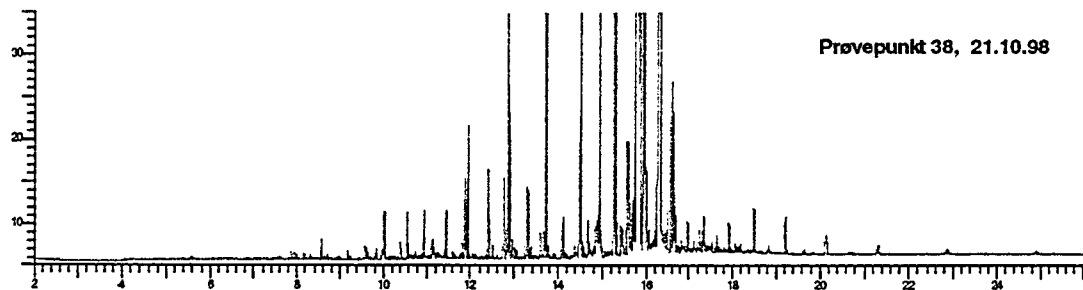
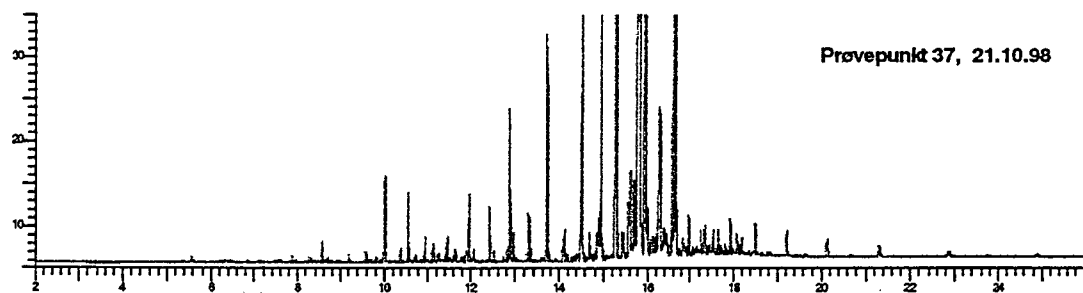
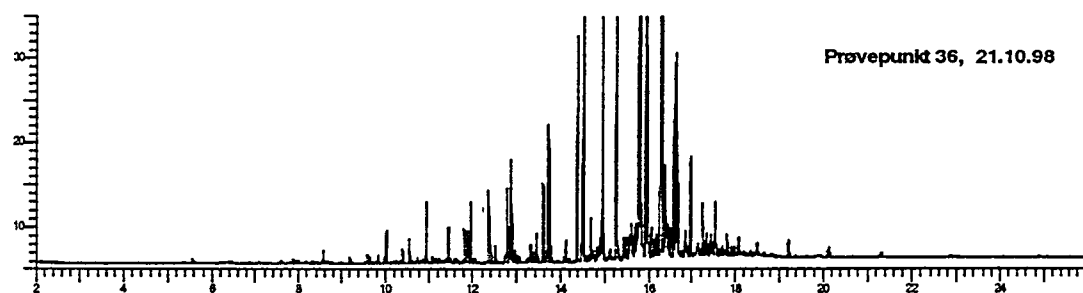
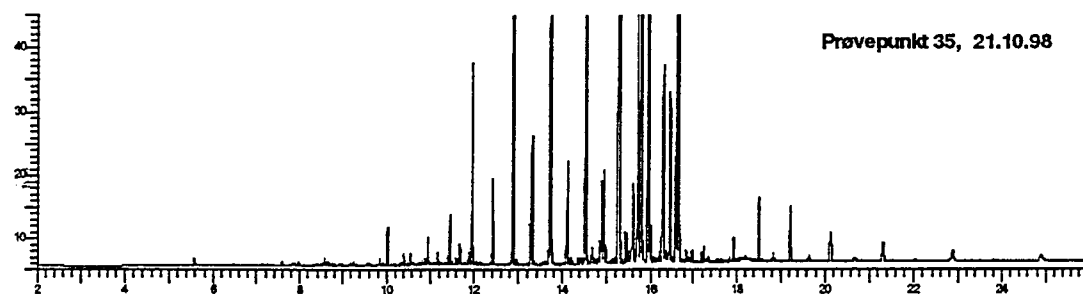
Figur 1: Gasskromatogram av jordprøver sammen med standard marin diesel



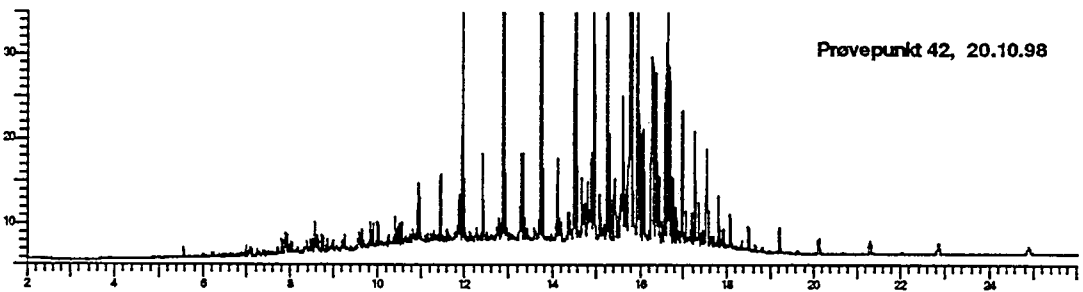
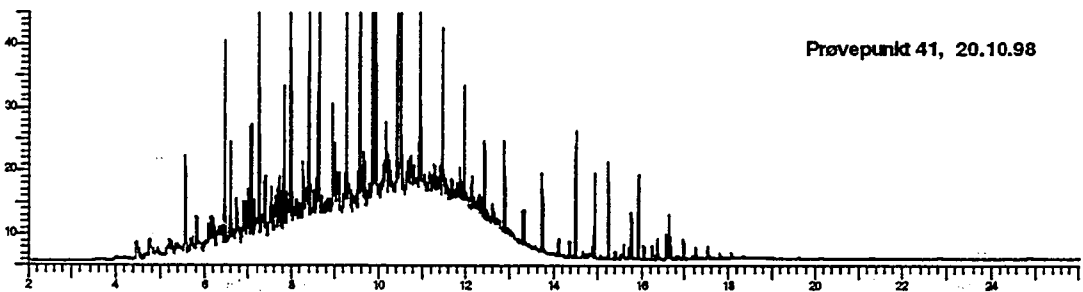
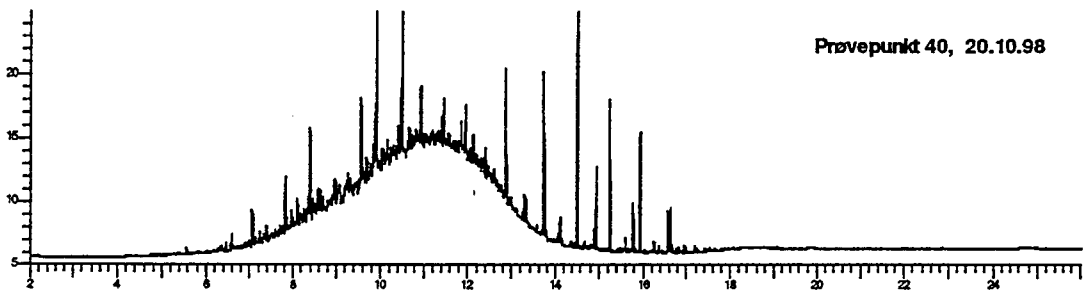
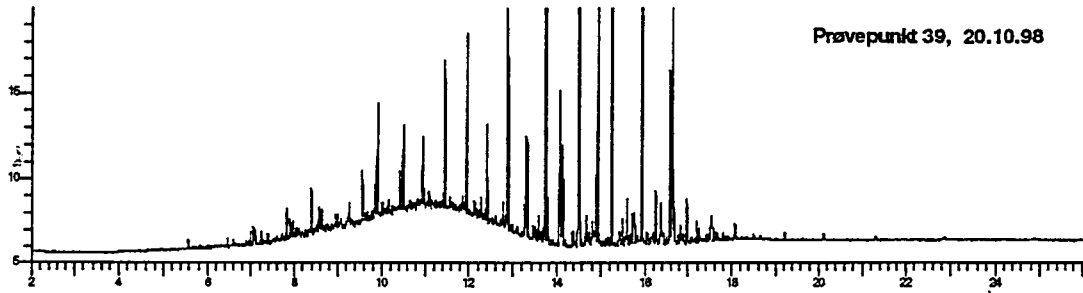
Figur 2: Gaskromatogram av jordprøver



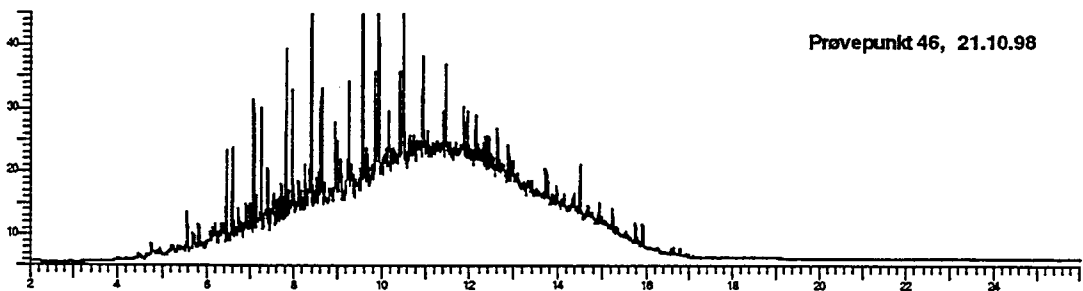
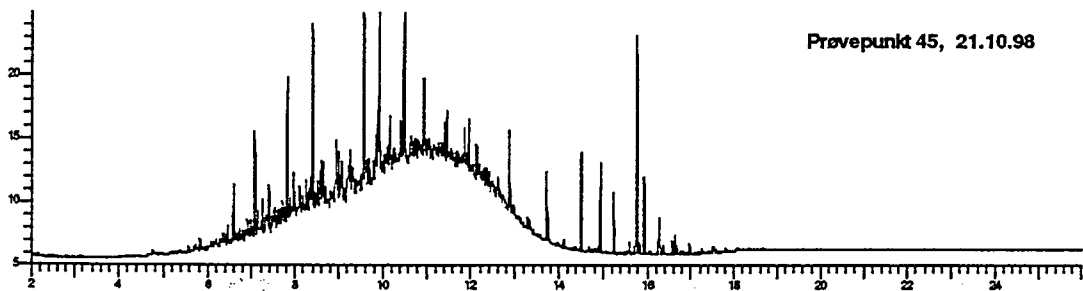
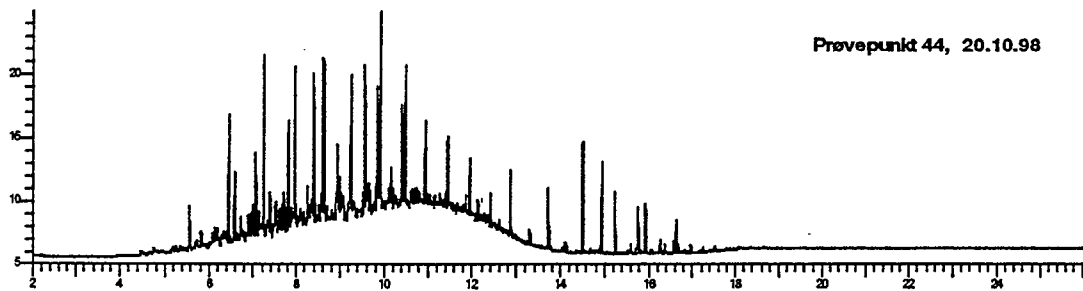
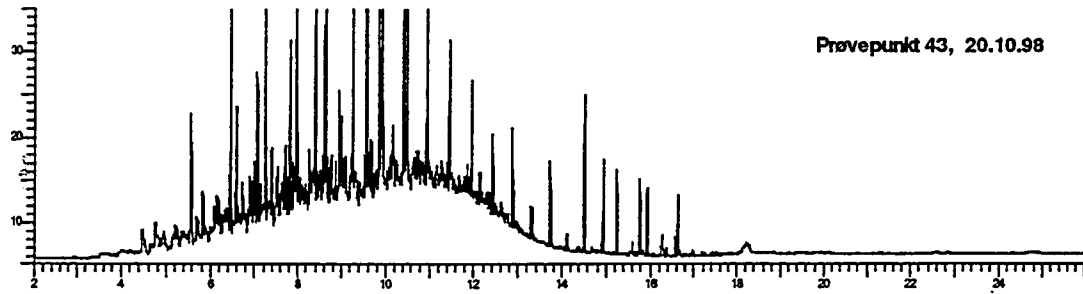
Figur 3: Gasskromatogram av jordprøver



Figur 4: Gasskromatogram av jordprøver



Figur 5: Gasskromatogram av jordprøver



Figur 6: Gasskromatogram av jordprøver

Chromatogram Plot

C:\ITS40\DATA02\NGU595-1 Date: 11/02/98 17:18:17

Comment: 1998-595-1

SCR9/SCR9

Scan No: 2940

Retention Time: 49:00

RIC: 18780

Mass Range: 45 - 285

Plotted: 250 to 2940

Range: 1 to 2940

100% = 4021003

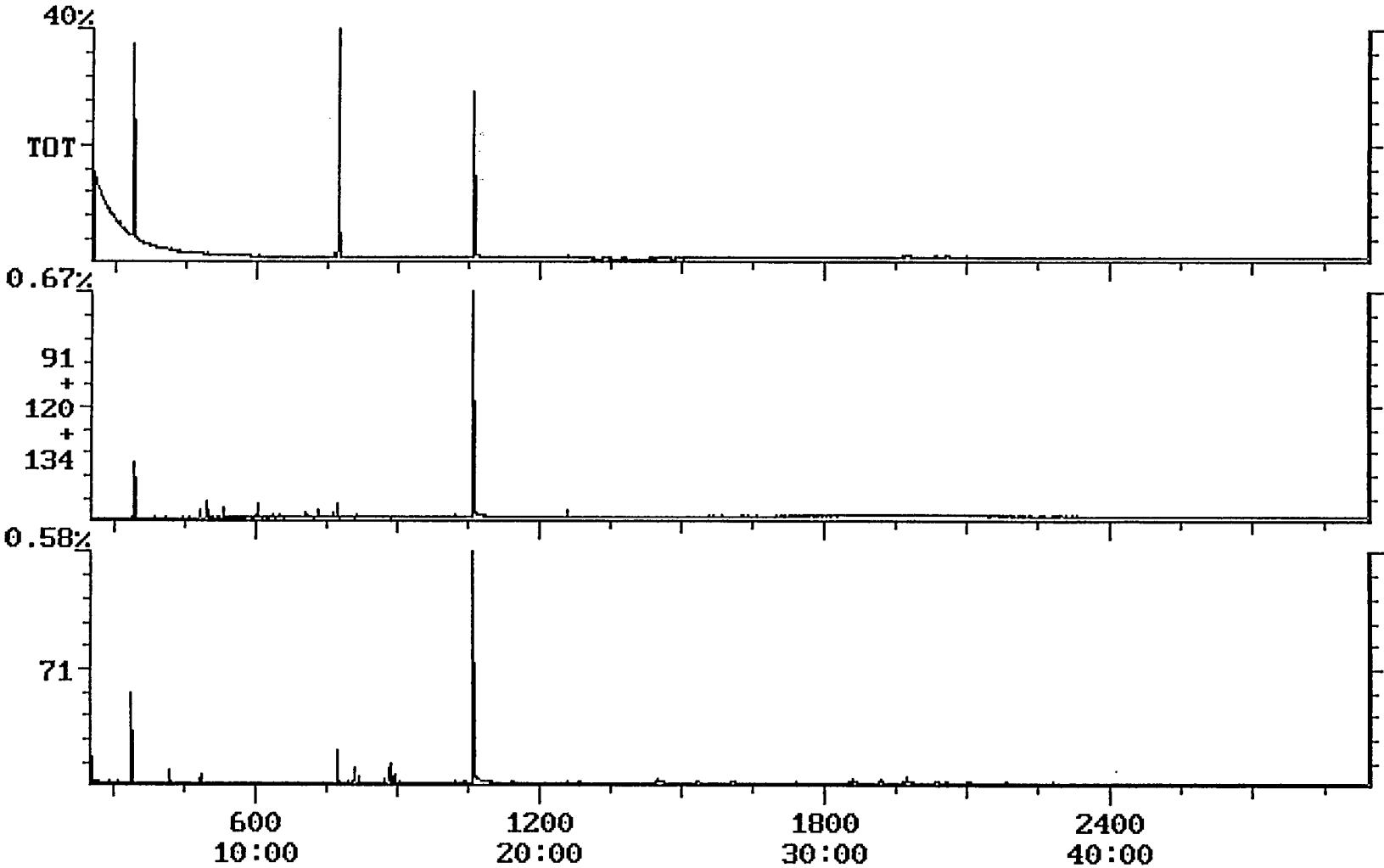


Figure 7

Preepunkt 3
0000 1998-595-24

Opplær. nr. 270188.86

Chromatogram Plot

C:\ITS40\DATA02\NGU595-2 Date: 11/02/98 18:14:58

Comment: 1998-595-2

SCR9/SCR9

Scan No: 2940

Retention Time: 49:00

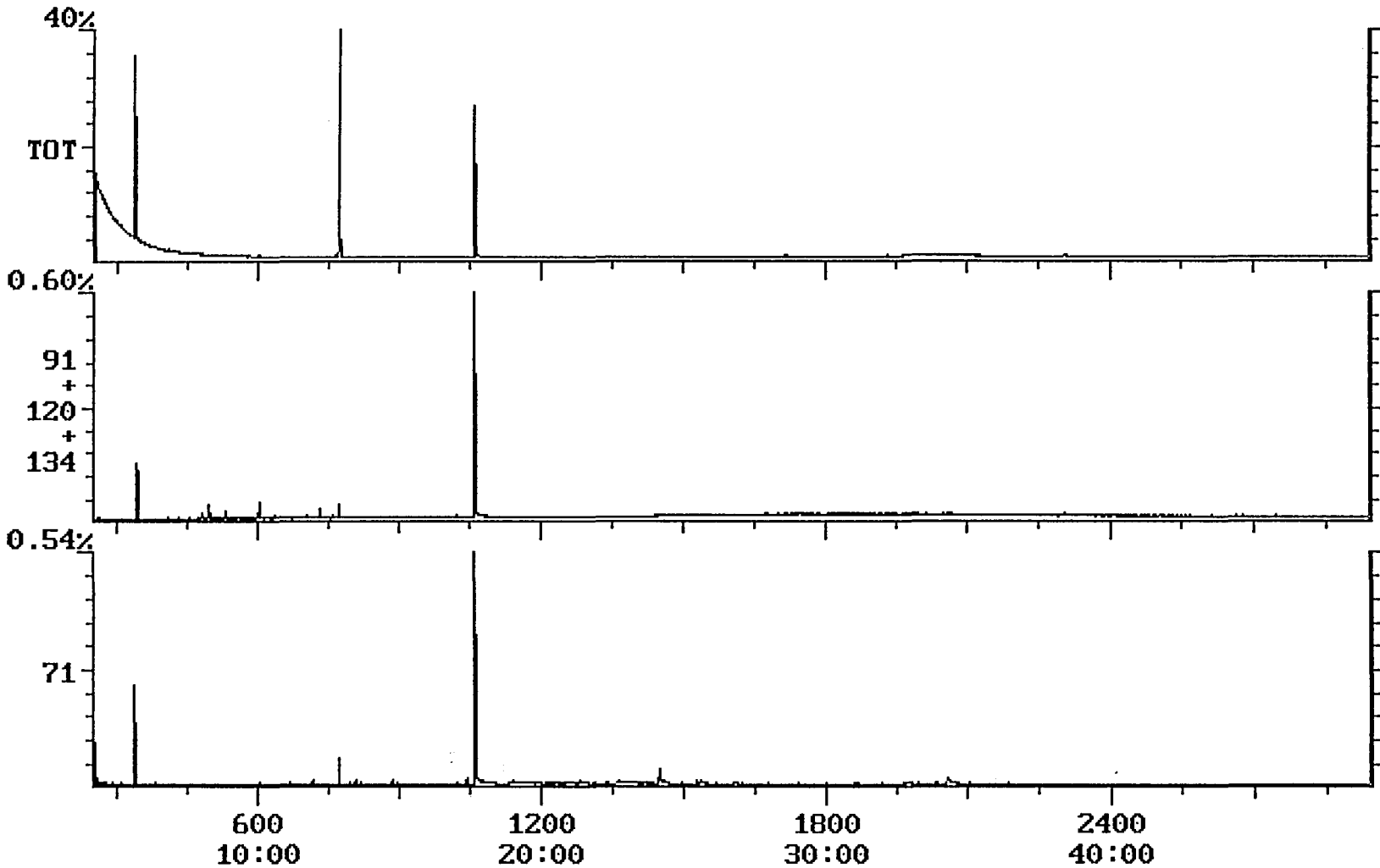
RIC: 17454

Mass Range: 45 - 285

Plotted: 250 to 2940

Range: 1 to 2940

100% = 3848155



Down 1998-595-25
Preuepunkt 5

Figur 8

Oppløsn. nr. 270188.86