

RAPPORT LNR 3902-98

Lekkasje av
produksjonsvann
fra ballasttank ved
Statoils anlegg på
Kårstø

Sediment- og vannanalyser
samt en biologisk befaring

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

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

Akvaplan-NIVA A/S

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

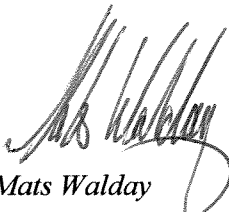
Tittel Lekkasje av produksjonsvann fra en ballasttank ved Statoils anlegg på Kårstø. Sediment- og vannanalyser samt en biologisk befaring	Løpenr. (for bestilling) 3902-98	Dato 1998.07.16
	Prosjektnr. Undernr. O-98080	Sider Pris 36
Forfatter(e) Walday, Mats Bakke, Torgeir	Fagområde Miljøgifter i sjøvann	Distribusjon
	Geografisk område Rogaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Den norske stats oljeselskap (STATOIL)	Oppdragsreferanse 98/E004/050694/TSP
--	---

Sammendrag

Den norske stats oljeselskap Statoil henvendte seg til Norsk institutt for vannforskning (NIVA) i forbindelse med at det var oppdaget en lekkasje fra en ballastvannstank ved Sleipneranlegget på Kårstø i Rogaland. Tanken inneholdt produksjonsvann fra Sleipner. Det er samlet inn og analysert for oljerelaterte komponenter i vann fra ballasttanken, og i bunnsedimenter fra området utenfor utslippet. Vannprøvene hadde høye konsentrasjoner av de minste mono-aromatene benzen og toluen, samt av fenol og kresol. Øvrige mono-, bi- og poly-sykliske aromater forekom i lavere konsentrasjoner. Sedimentanalysene indikerte en stor tilførsel av oljerelaterte komponenter til utslippsområdet, men også en mangeårig diffus tilførsel ved referansestasjonen. Det ble i tillegg foretatt en biologisk befaring, men denne kunne ikke påvise noen effekter fra lekkasjevannet på de biologiske samfunn. Årsaken kan være at ev. effekter maskeres av skadevirkninger fra omfattende partikkelutslipp i forbindelse med pågående anleggsarbeid i området.

Fire norske emneord 1. Produksjonsvann 2. Marin 3. PAH 4. Priority pollutants	Fire engelske emneord 1. Produced water 2. Marine 3. PAH 4. Priority Pollutants
---	---


Mats Walday
Prosjektleder

ISBN 82-577-3489-6


Bjørn Braaten
Forskningsjef

O-98080

**Lekkasje av produksjonsvann fra en ballasttank ved
Statoils anlegg på Kårstø**

Sediment- og vannanalyser samt en biologisk befaring

Forord

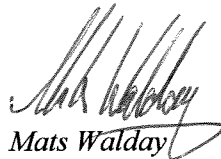
NIVA har på oppdrag av Den norske stats oljeselskap Statoil, utført prøvetaking av vann og sediment og gjennomført en biologisk befaring utenfor Kårstø-terminalen i forbindelse med lekkasje til sjøen av produksjonsvann fra en ballastvann-tank.

Kontaktperson på Statoil har vært Ragnhild Hagland.

Feltarbeidet er utført av Mats Walday og Frithjof Moy og rapportering er ved Torgeir Bakke og Mats Walday.

Tilstede fra Statoil under feltarbeidet var Maj Mosdal, Einar Wold Svendsen og Odd Inge Sandvik.

Oslo, 16/7 1998



Mats Walday

Mats Walday

Innhold

1. Innledning	5
2. Materiale og metoder	6
3. Resultater og diskusjon	8
3.1 Vannprøver	8
3.2 Sedimentprøver	8
3.3 Biologi	10
4. Konklusjon	12
5. Referanser	12
Vedlegg A.	13
Vedlegg B.	14
Vedlegg C.	15
Vedlegg D.	16

1. Innledning

Den norske stats oljeselskap Statoil henvendte seg til Norsk institutt for vannforskning (NIVA) i forbindelse med at det var oppdaget en lekkasje fra en ballastvannstank ved Sleipneranlegget på Kårstø i Rogaland. Tanken inneholder produksjonsvann fra Sleipner. Lekkasjen har sannsynligvis pågått siden september 1995 og er foreløpig anslått til ca 20 liter pr minutt gjennom en rørledning som munner ut i overflaten innerst i Sandvikbukta ved kaianlegget på Kårstø. Tidligere analyser (8 analyseserier i perioden 4/11-96 til 29/1-97) har vist at vannet i første rekke inneholder fenoler (ca 35 - 40 mg/l fenol/kresol), metanol (0.1 - 0.4 vol. %), monoetylglykol (1.5 til ca 4.5 vol. %), trietylglykol (ca 1 vol. %) og alkyletanolaminer (samlet ca 1 vol. %). En analyse gjennomført 31/1-95 viste klart forhøyet innhold av monoaromatiske (ca 3-8 mg/l), diaromatiske (ca 0.4-2.5 mg/l) og polyaromatiske (ca 2-170 µg/l) hydrokarboner, klorbenzen (ca 40 µg/l) og eter (dioksan ca 85 µg/l). Total lekkasje av ballastvann (sept. -95 til mars -98) er beregnet til ca 33 000 m³ med ca 1130 kg fenoler.

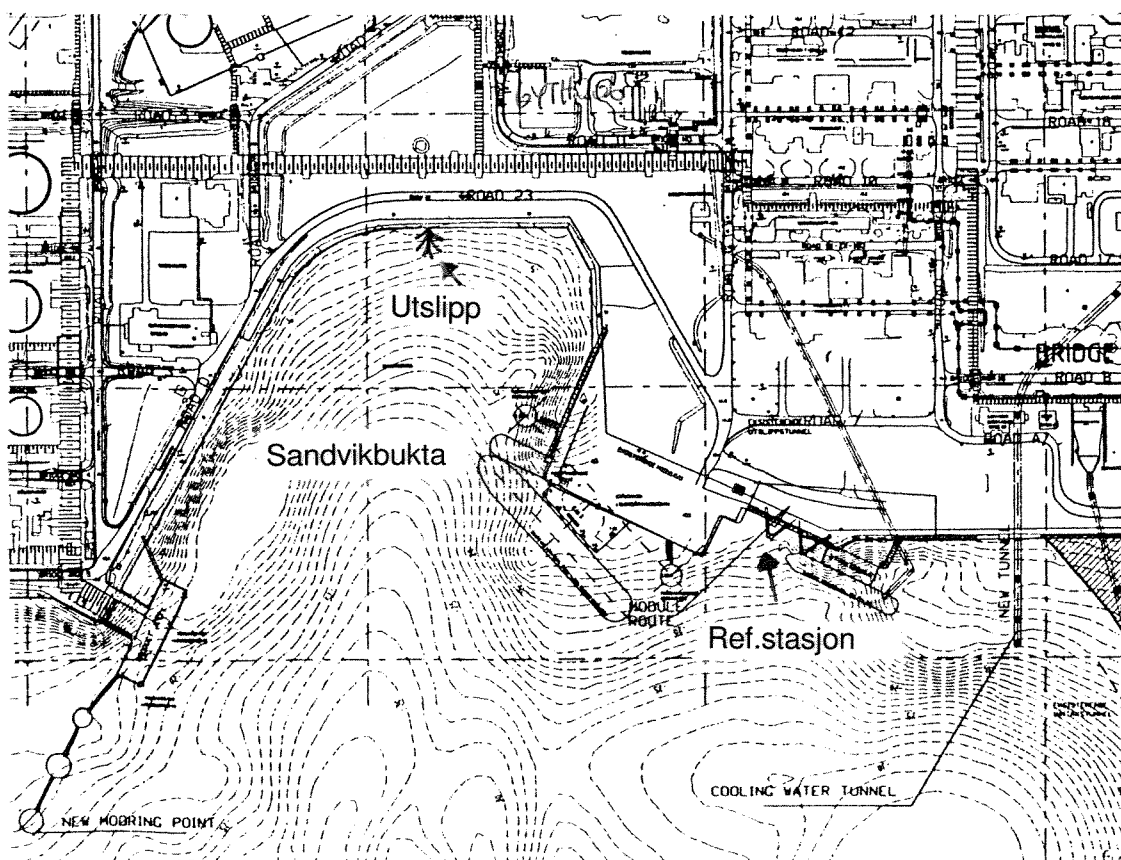
I forbindelse med konsekvensutredningen for planene om et MTBE-anlegg på Kårstø (Thomassen (red.) 1992) ble grenser for giftvirkning av fenoler og metanol utredet. For fenoler ligger giftighetsgrensen for akvatiske organismer ved lengre tids eksponering på ca 10 mg/l eller høyere. Dette betyr at det etter ca 3-5 ganger fortykning av lekkasjevannet med omgivende sjøvann neppe er fare for giftvirkninger på marint liv. For metanol er tilsvarende giftighetsgrenser anslått til ca 4000 mg/l eller høyere ved 1-4 døgn eksponering. Grensen er over 10000 mg/l overfor mindre krepsdyr og over 25000 mg/l for fisk. Grense for kronisk eksponering bør konservativt regnes som 1/100 av dette, dvs 40 mg/l eller høyere. Et metanolinnhold på 0.5 vol. % tilsvarer ca 5000 mg/l. Dette betyr at det teoretisk trengs ca. 100 gangers fortykning for å komme under faregrensen. Det er derfor forventet at eventuelle skader av utslippet kun kan påvises i nærområdet til utslippet.

NIVA har gjennomført årlige miljøundersøkelser på grunt vann (0-30 m dyp) i nærområdet ved Kårstø i perioden 1995-1997 (Pedersen & Green 1996; Pedersen *et al* 1998), dvs samtidig med at lekkasjen har pågått. Nærmeste stasjoner er Kråka rett utfor østre del av kaianlegget og Årvikholmen noe lenger øst. Spesielt Kråka er interessant i denne sammenhengen.

Det har siden juni 1997 pågått et omfattende anleggsarbeid på Kårstøterminalen. Arbeidet har bl.a. omfattet sprenging og uttak av store steinmasser.

2. Materiale og metoder

Feltarbeidet ble utført den 12. mai 1998 i sjøen rett utenfor Statoil's terminal på Kårstø. Det var stille og pent vær ved anledningen. Det foregikk et omfattende anleggsarbeid på land i perioden når undersøkelsene ble utført. Tillatelse til å starte feltarbeidet ble gitt kl. 13, etter at Selmer A/S var ferdig med sprengingsarbeid under vann i området. Det ble gjennomført to dykk i området; Første dykk var utenfor utslippet i Sandvikbukta. Det andre dykket var rett øst for modulkaia. Utsnitt av kart over området er vist i Figur 1. Lokaliteten øst for modulkaia ble betegnet som referansestasjon fordi det ble antatt mange forhold var tilnærmet like på de to lokaliteter, bortsett fra det tidligere nevnte utslipp av produksjonsvann innerst i Sandvikbukta.



Figur 1. Kartet viser plasseringen til de to undersøkte lokaliteter ved terminalen på Kårstø

- Det ble foretatt enkle biologiske registreringer, primært av hardbunnsorganismer, på de to stasjonene.
- Det ble tatt tre kjerneprøver av overflatesedimenter (0-2cm) på hver av stasjonene.
- Forholdene på de to lokalitetene ble dokumentert ved videofilming.
- Personell fra Statoil tok en vannprøve (2 x 1L) fra ballastvann-tanken

De biologiske undersøkelser innebar en semikvantitativ registrering av de vanligste makroskopiske (>1mm), i hovedsak bunnlevende, alger og dyr. Organismene ble bestemt til det taxonomiske nivå som lot seg gjøre *in situ*. Forekomsten ble anslått etter følgende gradering:

- 1 = enkelte funn
- 2 = spredt forekomst
- 3 = vanlig
- 4 = dominerende

De tre sedimentprøvene fra hver stasjon ble slått sammen til én blandprøve og videre analysert for PAH-komponenter (polysykliske aromatiske hydrokarboner) av Unilab Analyse AS i Tromsø. De to vannprøvene ble analysert for de s.k. ”priority pollutants” av SINTEF i Oslo.

I undersøkelsesplanene inngikk også analyser av oljekomponenter i biologisk materiale (blåskjell eller O-skjell), men fravær av egnede organismer medførte at dette måtte gå ut.

3. Resultater og diskusjon

3.1 Vannprøver

Resultatene fra analysene av "priority pollutants" i de to parallelle vannprøvene fra ballast-tanken tatt 12. mai er vist i Tabell 1 og Vedlegg A.

Tabell 1 oppsummerer resultatene sammenliknet med resultatene fra den tilsvarende analysen foretatt 31 januar 1995. De to prøvene fra mai 98 har godt samsvar i komponentsammensetning og konsentrasjoner. Prøvene hadde høyere konsentrasjoner av de minste monomaratene benzen og toluen, og i særlig grad av fenol og kresol i forhold til prøven fra 1995. Øvrige mono-, bi- og polysykliske aromater forekom i lavere konsentrasjoner enn ved forrige analyse. En rekke polysykliske aromater, samt klorbenzen og dioksan, som ble påvist i prøven fra 1995, ble ikke påvist i noen av de to nye prøvene. Hele analyserapporten fra SINTEF er vedlagt (Vedlegg A).

Tabell 1. Priority pollutants($\mu\text{g/L}$) i vannprøver fra ballasttank – Kårstø 12/5-98, og fra en tidligere analyse 31/1-95. Øvrige komponenter, angitt i Vedlegg A, hadde konsentrasjoner under kvantifiseringsgrensen på $10 \mu\text{g/L}$.

Komponent	12.05.98 Prøve I	12.05.98 Prøve II	31.01.95
Mono- og bisykliske aromater			
Benzen	14700	13200	6000
Toluen	14000	12600	8200
Etylbenzen	1100	820	2000
m-/p-xylen	5400	4000	7400
o-xylen	1700	1500	3300
Naftalen	520	550	2200
2-metylnaftalen	760	870	2500
1-metylnaftalen	460	510	1500
2,3-dimetylnaftalen	190	230	700
2,3,5-trimetylnaftalen	120	120	370
Bifenyl	70	100	570
Polysykliske aromatiske hydrokb.			
Dibenzofuran	20	20	135
Fenantren	30	40	170
Fenoler			
Fenol	17300	22500	510
o-kresol	12000	14900	1000
m-/p-kresol	13800	17700	1300

3.2 Sedimentprøver

Kjerneprøver ble tatt av sedimentene på ca 5m dyp i området rett utenfor utslippet, mens de på referansestasjonene ble tatt på ca 15m dyp. De to øverste cm av kjernene er analysert. Vedlegg B (side 3) viser innholdet av de lettere petroleumrelaterte aromatiske hydrokarboner (metylsubstituerte

naftalener, phenantrener og dibenzothiofener; NPD) i prøvene. Summen av disse (Sum NPD) var 2452 µg/kg tørrvekt i prøven tatt utenfor utslippet mot 423 µg/kg i referansesedimentet, dvs. ca 6 x overkonsentrasjon. Tabellen viser at det først og fremst er de alkylerte (C1- til C3-forbindelsene) som forekommer i overvekt i prøven utenfor utslippet.

Vedlegg B (side 4) viser innholdet av de tyngre PAH-forbindelsene. Summen av disse var 233 µg/kg i prøven tatt utenfor utslippet og 704 µg/kg i referanseprøven, dvs en motsatt tendens av Sum NPD. Nærmere vurdering av tabellen viser at høyest konsentrasjon i referansesedimentet gjaldt for de fleste av enkeltkomponentene også. Kontakt med analyselaboratoriet har fastslått at det umulig kan ha skjedd en forbyttning av PAH-resultatene, og at verdiene derfor er reelle.

Analyserapporten inneholder også kromatogrammer for analyse av totalmengde hydrokarboner (THC), selv om mengde THC ikke er kvantifisert (Vedlegg C). Disse viser klart høyere innhold i sedimentet ved utslippet, dvs i samsvar med Sum NPD.

Den visuelle beskrivelsen av sedimentene viser at referansesedimentet var tydelig grovere enn sedimentet ved utslippet. Normalt skulle dette tilsi at muligheten var større for akkumulasjon av partikkelbundne miljøgifter som de tyngre PAH-forbindelsene, i det finere sedimentet utenfor utslippet. Dykkerobservasjonene viste imidlertid at utslippet var meget turbid og at store mengder finpartikulært materiale, bl.a. fra anleggsarbeidet på Kårstø ble tilført nærområdet for utslippet. Dette er i vesentlig grad mineralsk materiale. Den mest nærliggende forklaringen til PAH-resultatene er derfor at sterk sedimentering av slikt materiale over tid har tynnet ut den PAH som finnes i de øvre sjikt av sedimentet som en naturlig bakgrunn eller som resultat av diffus belastning over lang tid fra terminalvirksomheten. En tilsvarende uttynning kan ikke ha foregått på referanselokaliteten lenger unna.

En slik fortynningsprosess vil selvfølgelig også virke på NPD- og THC-konsentrasjonene. Resultatene viser at det likevel er klart høyere NPD- og THC-nivå ved utslippet. Dette kan bare forklares ved at tilførselen av NPD og THC gjennom utslippet har vært så stor at den overskrider fortynningen. I såfall vil konsentrasjonsforskjellen mellom de to sedimentene underestimere den reelle tilførselen av NPD og THC til resipienten. Analysen av 'priority pollutants' understøtter at utslippet inneholder betydelige mengder lette hydrokarboner.

En sammenlikning med SFT's tilstandskriterier for miljøgifter i sediment (Molvær *et al* 1997) viser at konsentrasjonen av komponenten benzo(a)pyren klassifiserer referansesedimentet som "markert forurenset" (klasse III). Dette kan ha sin årsak i en mangeårig diffus belastning til området. Uten den sterke sedimenteringen ved utslippet er det rimelig å forvente at sedimentene her ville ha falt i samme klasse, mens resultatene viser klasse I ("ubetydelig - lite forurenset").

Utgangspunktet for tilstandsklassifiseringen av miljøgifter er "antatt høyt bakgrunnsnivå", dvs. øvre grense for det som er vanlig å finne langt unna punktkilder. Områder som har nivåer under denne grense vil falle inn under tilstandsklasse I ("ubetydelig - lite forurenset"). Overskridelse av klasse-I nivå tyder på påvirkning fra en eller flere punktkilder. Systemet omfatter totalt fem tilstandsklasser fra klasse I til klasse V ("meget sterkt forurenset"), og graden av overkonsentrasjon er bestemmende for hvilken klasse en havner i. Klassegrensene er stort sett fastsatt på bakgrunn av skjønn; graden av stoffenes iboende farlighet, om de forekommer naturlig i lave eller høye konsentrasjoner og erfaringer med hvor store konsentrasjonsforandringer som det er observert at utslipp kan forårsake, og i et par tilfeller (kvikksølv, dioksiner) også ut fra helserisiko.

3.3 Biologi

En oversikt over de taxa av alger og dyr som ble registrert på de to lokalitetene er gitt i Vedlegg A.

I Sandvikbukta, ved utslippet, var største registreringsdyp 7m og det var steinbunn ned til 4-5m dyp, deretter svakt hellende sand/leirbunn. Utslipet gikk rett ut i overflaten og var meget turbid, dette skyldes i hovedsak den omfattende anleggsvirksomhet som pågår i området (Sandvik pers. medd.). Resultatet var imidlertid at sikten i området var meget begrenset, i nærområdet til utslippet lik null, og at hele indre del av bukta var betydelig nedslammet av steinstøv. Det ble foretatt biologiske registreringer øst og vest for selve utslippet. Arbeidsforholdene var vanskelige grunnet dårlig sikt og nedslammede organismer.

Områder som ikke var utsatt for nedslamming (overheng, huler o. lign.) huset forholdsvis rike og tilsynelatende friske biologiske samfunn. Det ble ikke funnet voksne blåskjell eller O-skjell i bukta, kun juvenile blåskjell. Det er rimelig å anta at de negative effekter nedslammingen har hatt på de bunnlevende organismesamfunn vil overskygge eventuelle gifteffekter fra utslippet av produksjonsvann. Høy partikkeltilførsel er en belastning for mange organismer, og man vet med sikkerhet at filterspisere, - og da i særlig grad muslinger, svamp, sekkedyr og noen krepsdyrarter, tar skade av en økt partikkelbelastning (Moore 1977). Det er i hovedsak 3 måter et høyt uorganisk partikkelinnhold kan innvirke negativt på akvatiske organismer:

- Mekanisk skuring.
- Sedimentering, som helt eller delvis kan dekke over organismer.
- Økt energibehov ved næringsopptak hos filtrerende dyr.

Av de mer alvorlige effekter dette kan medføre for bunndyr, nevner Moore (1977):

- Økt mortalitet og/eller nedsatt vekst (eks. sekkedyr).
- Forstyrret utvikling av egg og larver.
- Reduksjon av oksygen- og næringsopptak.
- Blokkering av ekskresjonssystemer.
- Ødeleggelse av potensielt substrat for larver (eks. posthornmark)

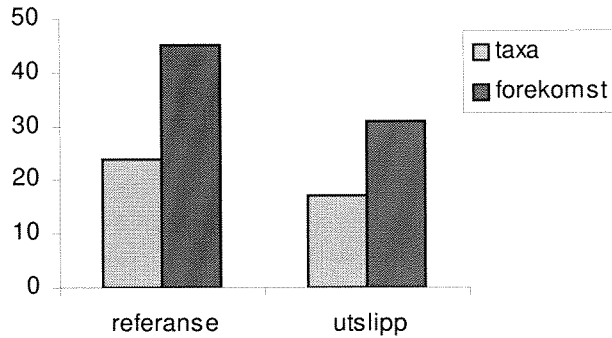
Hos alger kan nedslamming medføre en redusert fotosynteseaktivitet.

De biologiske samfunnene i Sandvikbukta er sannsynligvis ikke tilpasset den store partikkeltilførsel de har vært utsatt for under anleggsarbeidet. En kan derfor anta at nedslammingen har påført organismene en ekstrabelastning og at anleggsarbeidet er hovedårsaken til denne.

På referansestasjonen var største registreringsdyp 16,5m. Her var det fjell-/ steinbunn ned til rundt 15m dyp og deretter avvekslende stein og sandbunn med mer grovkornete sedimenter enn i Sandvikbukta. De bunnlevende samfunnene virket friske og det var en betydelig mindre grad av nedslamming og et større innslag av organiske partikler enn i Sandvikbukta. Det ble imidlertid hverken funnet voksne blåskjell eller O-skjell, kun juvenile blåskjell.

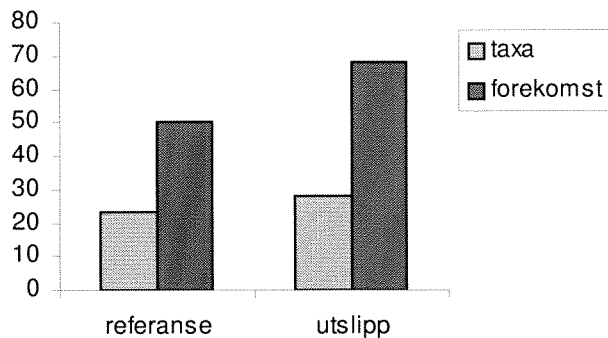
Tilsammen ble det registrert 29 dyretaxa på de to stasjonene; flere på referansestasjonen enn i Sandvikbukta (Figur 2), bl.a. av svamp som man vet er en gruppe som er følsom for partikkelbelastning. Forekomst pr. taxa var ubetydelig høyere på referansestasjonen. Forskjellen mellom stasjonene skyldes dels at det ble registrert over et større dybdeområde (0-15m) på referansestasjonen,

dels de vanskelige registreringsforholdene i Sandvikbukta, men også, etter vår vurdering, at den omfattende partikkeltilførselen har redusert livsvilkårene for dyrene i Sandvikbukta.



Figur 2. Antall taxa og samlet forekomst (se kap. 2) av dyr på de to stasjonene ved Kårstøterminalen

Under befaringen ble det registrert i alt 28 algearter i området. Det var ingen betydelig forskjell mellom de to stasjonene mht. algers forekomst og utbredelse, men det ble funnet flere arter og større artsforekomster på utslippstedet sammenliknet med referansestasjonen (Figur 3). Årsaken til det noe rikere algesamfunnet i Sandvikbukta kan være at denne stasjonen er litt mer beskyttet enn referansestasjonen. Bedømt ut fra algesamfunnene, og hvis en ser bort fra effekter av den enorme partikkelbelastningen, var det ingenting som tydet på uheldige konsekvenser fra utslippet av produksjonsvann fra ballasttanken.



Figur 3. Antall arter og samlet forekomst (se kap. 2) av alger på de to stasjonene ved Kårstøterminalen

4. Konklusjon

De to stasjoner som ble undersøkt var begge preget av at de ligger i et område med stor antropogen aktivitet. Bunnsedimentene på stasjonene indikerte en høy forurenset tilstand mht PAH-komponenter (Molvær *et al* 1997), men i utslippsområdet ble dette maskert av den høye sedimenteringsraten. Vannanalyser fra ballasttanken viste høye nivåer av oljerelaterte komponenter i det vann som har lekket ut. Det er imidlertid sannsynlig at den store tilførselen av uorganiske partikler til dette område har hatt en større negativ effekt på faunaen enn lekkasjen fra ballasttanken. De biologiske samfunnsanalysene ga ingen klare indikasjoner på negative effekter fra lekkasjen, men indikerte i steden faunapåvirkning ved den store partikkeltilførselen. I et industriområde, som i tillegg er utsatt for store byggearbeider, skal effektene av en enkelt kilde være store for å kunne spores gjennom samfunnsanalyser.

Det var overraskende at det hverken ble registrert strandsnegl, purpursneglsnegl eller voksne blåskjell i fjæra på de to lokalitetene. Forholdene i området må imidlertid undersøkes nærmere hvis en ønsker å utrede mulige årsaker til fraværet av såpass sentrale og viktige organismer i fjæra.

Som nevnt innledningsvis har NIVA gjennomført årlige miljøundersøkelser på grunt vann ved Kårstø i perioden 1995-1997, dvs samtidig med at lekkasjen fra ballasttanken har pågått. Den stasjon som lå nærmest Sandvikbukta var "Kråka", rett utfor østre del av kaianlegget. Det er imidlertid ingen av resultatene fra disse undersøkelsene som indikerer at lekkasjen har hatt virkning på samfunnsstrukturen hos fastsittende alger og dyr på grunt vann i disse årene.

5. Referanser

- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. & J. Sørensen. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-veiledning 97:03. ISBN 82-7655-367-2. 36 s.
- Moore, P.G., 1977. Inorganic particulate suspensions in the sea and their effects on marine animals. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 15, 225-363.
- Pedersen A. & N.W. Green. 1996. Sleipnerkondensat på Kårstø. Overvåking av det marine miljø – Hardbunnsamfunn. NIVA-rapport 3585/96. 165s.
- Pedersen A., Bakke T. & M. Walday. 1998. Prosessanlegget på Kårstø. Supplerende undersøkelser av det marine miljø. Årsvariasjon – Hardbunnsamfunn. NIVA-rapport 3813/98. 85s.
- Thomassen J. (red.) 1992. MTBE-anlegg Kårstø – Konsekvensutredninger for Miljø, Naturresurser og Samfunn. NINA-Oppdragsmelding 142. 183s.

Vedlegg A.

"Priority Pollutants" i vann fra ballast-tank

NIVA
Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo

Att.: Torgeir Bakke

SINTEF Kjemi

Adresse/Address:
Postboks 124 Blindern
N-0314 Oslo 3, NORWAY

Besøksadresse/Location:
Forskningsveien 1

Telefon/Telephone:
+47 22 06 73 00

Telefax:
+47 22 06 73 50

Telex:
71 536 SI N

Foretaksregisteret:
NO 948 007 029 MVA

Rapport

Deres ref.:
0-98080 Kårstølekk
1998-05-20/
Tom Tellefsen

Vår ref.:
Hilde Drangsholt

Direkte innvalg:
22 06 76 96

Oslo,
1998-06-08

Oppdrag nr.:
664083.26

Oppdragets tittel:
Analyse av "Priority Pollutants" i to vannprøver

Prøveserie:
1998-292

Innledning

To vannprøver fra ballastvanntank merket "Kårstø 12/5-98 64-TA-206" ble mottatt den 20. mai for analyse av Priority Pollutants forbindelser. Prøvene er paralleller, I+II, men skal betraktes som to separate prøver og analyseres hver for seg. Prøvene var fylt på 1 L's glassflasker og ble oppbevart ved + 4°C før de ble analysert. Hele prøven ble analysert.

Resultat

Resultatene fra analysen står oppført i tabellene 1 og 2. Kvantifiseringsgrensene er ca 0,01 mg/L for de fleste komponentene. Figurene 1-2 viser GC/MS-kromatogrammer av prøvene. De største toppene i kromatogrammene er benzener, fenoler og parafiner.

Metodebeskrivelse er vedlagt.



Med hilsen
SINTEF Kjemi

A handwritten signature in black ink that reads "Nina Gjøs".

Nina Gjøs
Laboratorieleder
Miljøteknologi og analyse

A handwritten signature in black ink that reads "Hilde Drangsholt".

Hilde Drangsholt
Prosjektleder

Vedlegg: Tabell 1-2. Analyseresultater "Priority Pollutants"
 Figur 1-2. GC/MS- kromatogram
 Metodebeskrivelse

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.

Tabell 1. Priority Pollutants i "Kårstø 12/5-98, 64-TA-206, I" (mg/L)
Mono og bicykliske aromater:

Benzen	14,7
Toluen	14,0
Etylbenzen	1,1
m-/p-Xylen.....	5,4
o-Xylen	1,7
Styren	
Naftalen.....	0,52
2-Metylnaftalen.....	0,76
1-Metylnaftalen.....	0,46
2,3-Dimetylnaftalen.....	0,19
2,3,5-Trimetylnaftalen.....	0,12
Bifenyyl	0,07

Polycykliske-aromatiske hydrokarboner:

Dibenzofuran	0,02
Fenantren	0,03
Dibenzotiofen	
Pyren	
Fluoranten	
Benzo(b)fluoren	
Benzo(a)antracen	
Krysen/Trifenylen	
Benzo(e)pyren	
Benzo(a)pyren	
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	
Benzo(ghi)perylene	
Benzo(b/j/k)fluoranten	

Klorerte aromater:

Klorbenzen	
1,3-Diklorbenzen	
1,4-Diklorbenzen	
1,2-Diklorbenzen	
1,2,4-Triklorbenzen	
Pentaklorbenzen	
Heksaklorbenzen	
Oktaklorstyren	
Tetraklorbifenyyl	
Pentaklorbifenyyl	
Heksaklorbifenyyl	

Aromatiske nitrogen-forbindelser:

Nitrobenzen	
Difenylamin	

Fosfat-estere:

Tri-n-butylfosfat	
Trifenyylfosfat	
Trikresylfosfat	

Fenoler:

Fenol.....	17,3
o-Kresol.....	12,0
m-/p-Kresol	13,8
2-Nitrofenol	
p-Nonylfenol	
2,4,6-Triklorfenol	
Pentaklorfenol	
Tetraklorguajakol	

Pesticider:

Lindan	
4,4'-DDE	
4,4'-DDD	
4,4'-DDT	

Ftalater/adipater:

Dimetylfталат	
Dietylfталат	
Di-n-butylftalat	
Butylbenzylftalat	
Di-(2-etylheksyl)ftalat	
Di-(2-etylheksyl)adipat	

Etere:

Dioksan	
---------	--

*: Forbindelsene er påvist i konsentrasjoner som er lavere enn kvantifiseringsgrensen.

Kvantifiseringsgrensen er ca 0.01 mg/L for de fleste forbindelsene.

Tabell 2. Priority Pollutants i "Kårstø 12/5-98, 64-TA-206, II" (mg/L)
Mono og bicykliske aromater:

Benzen	13,2
Toluen	12,6
Etylbenzen	0,82
m-/p-Xylen.....	4,0
o-Xylen.....	1,5
Styren	
Naftalen.....	0,55
2-Metylnaftalen.....	0,87
1-Metylnaftalen.....	0,51
2,3-Dimetylnaftalen.....	0,23
2,3,5-Trimetylnaftalen.....	0,12
Bifenyl	0,10

Polycykliske-aromatiske hydrokarboner:

Dibenzofuran	0,02
Fenantren.....	0,04
Dibenzotiofen	
Pyren	
Fluoranten	
Benzo(b)fluoren	
Benzo(a)antracen	
Krysen/Trifenylen	
Benzo(e)pyren	
Benzo(a)pyren	
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	
Benzo(ghi)perylen	
Benzo(b/j/k)fluoranten	

Klorerte aromater:

Klorbenzen	
1,3-Diklorbenzen	
1,4-Diklorbenzen	
1,2-Diklorbenzen	
1,2,4-Triklorbenzen	
Pentaklorbenzen	
Heksaklorbenzen	
Oktaklorstyren	
Tetraklorbifenyl	
Pentaklorbifenyl	
Heksaklorbifenyl	

Aromatiske nitrogen-forbindelser:

Nitrobenzen	
Difenylamin	

Fosfat-estere:

Tri-n-butylfosfat	
Trifenylfosfat	
Trikresylfosfat	

Fenoler:

Fenol	22,5
o-Kresol	14,9
m-/p-Kresol.....	17,7
2-Nitrofenol	
p-Nonylfenol	
2,4,6-Triklorfenol	
Pentaklorfenol	
Tetraklorguajakol	

Pesticider:

Lindan	
4,4'-DDE	
4,4'-DDD	
4,4'-DDT	

Ftalater/adipater:

Dimetylftalat	
Dietylftalat	
Di-n-butylftalat	
Butylbenzylftalat	
Di-(2-etylheksyl)ftalat	
Di-(2-etylheksyl)adipat	

Etere:

Dioksan	
---------	--

*: Forbindelsene er påvist i konsentrasjoner som er lavere enn kvantifiseringsgrensen.

Kvantifiseringsgrensen er ca 0.01 mg/L for de fleste forbindelsene.



Analysevedlegg: PPmet.doc/ 07 02 94

Priority Pollutants i vann

1 L prøve ble tilsatt deutererte standarder av toluen, naftalen, bifenyl, phenanthren, pyren, krysen og fenol, 50 µg av hver. Prøven ble ekstrahert med diklormetan først surt (pH <2), deretter basisk (pH > 11). Diklormetan ekstraktene ble slått sammen og analysert med GC/MS.

INSTRUMENTBETINGELSER:

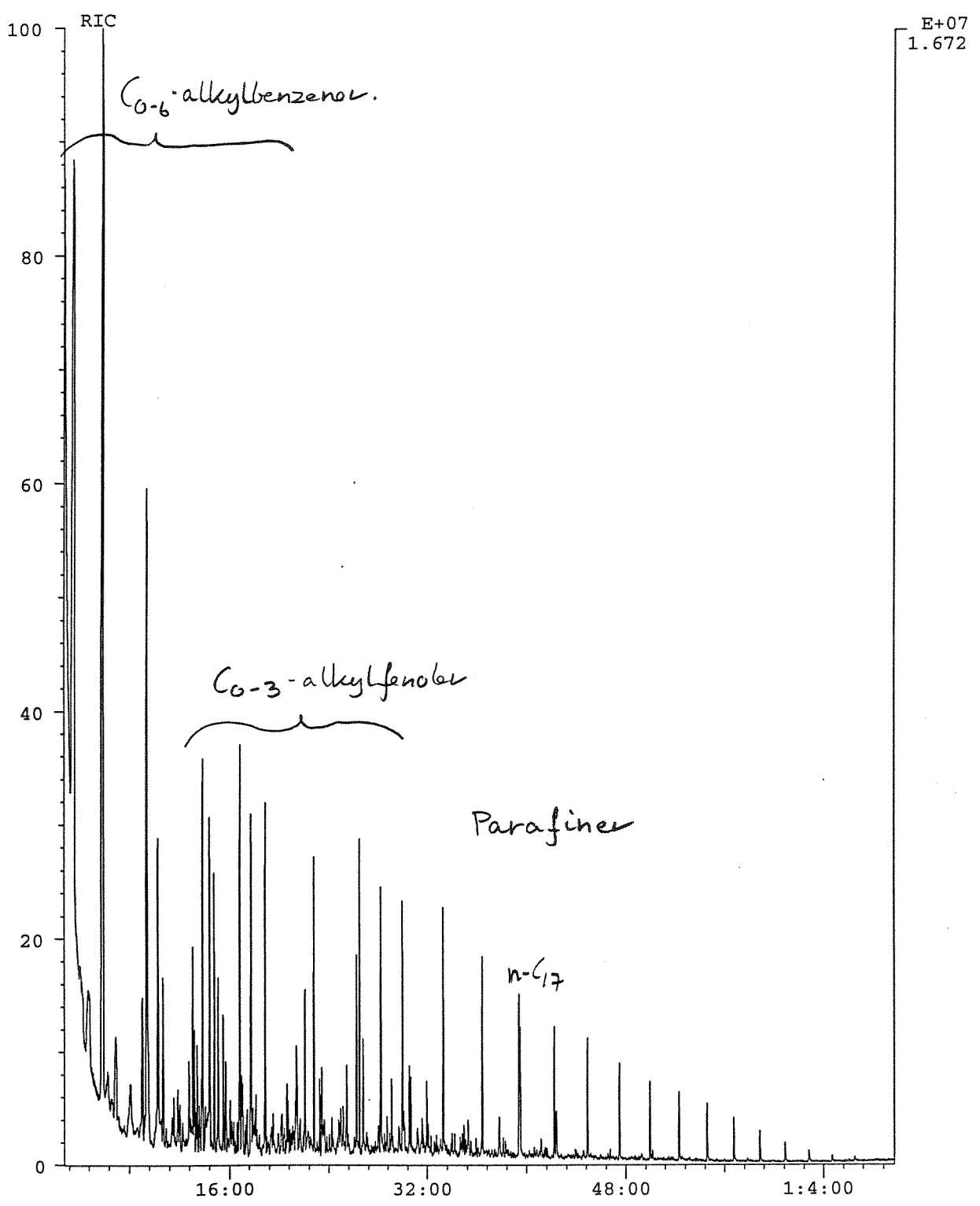
Massespektrometer:	Finnigan MAT SSQ 700
Gasskromatograf:	Varian 3400
Datasystem:	DecStation 5000/133
GC-kolonne:	30m x 0.25mm, 0.25 µm DB-5ms

Temperaturer:

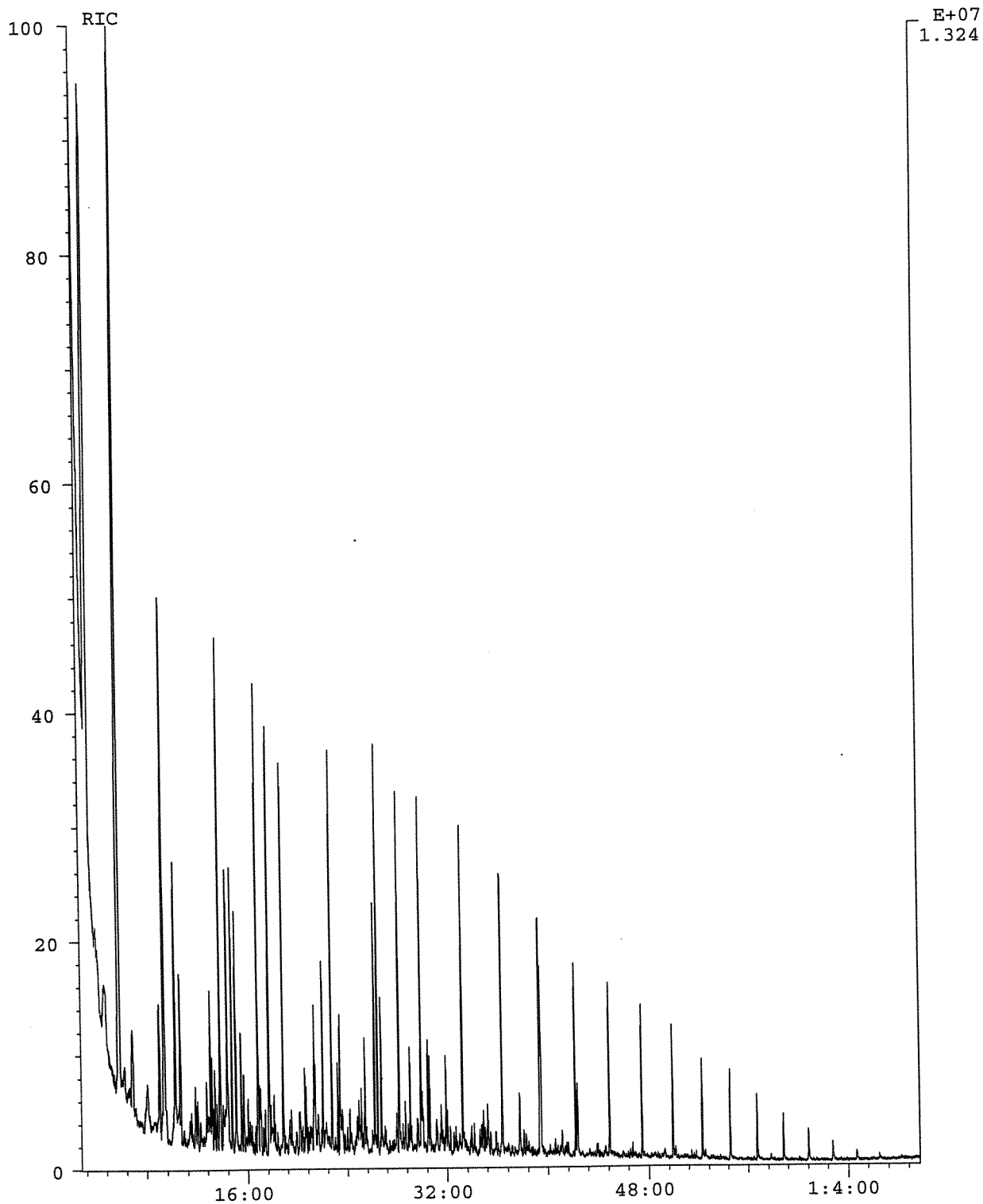
Kolonne:	30 °C (2min)-4°C/min-320 °C(20min)
Injektor:	270 °C
Interface:	270 °C
Ionekilde:	150 °C
Bæregass:	Helium
Ionisering:	70 eV
Scan frekvens:	0.6 sec/scan
Masseområde:	45-400
Injeksjon:	1 µl splitless

Identifikasjon og kvantifisering:

Priority Pollutants-komponenter identifiseres og kvantifiseres vha. standardløsninger. Forbindelsene blir bestemt ved å integrere molekylionprofilene og sammenligne disse med tilsvarende profiler i referanseforbindelsene.



Figur 1. GC/MS-kromatogram av "Kårstø 12/5-98, 64-TA-206, I"



Figur 2. GC/MS-kromatogram av "Kårstø 12/5-98, 64-TA-206, II"

Vedlegg B.

NPD og PAH i sediment

Tromsø, den 19. juni 1998

Rapport nr.: UA 268

Kunde: NIVA
Adresse: Postboks 173, Kjeldsås
Postnr./sted: 0411 OSLO
Tlf.og fax.nr: 22 18 51 00 / 22 18 52 00

ANALYSERAPPORT

For kunden:

Oppdragsnummer: _____
Prosjektnavn: _____
Saksbehandler: Tom Tellefsen / Torgeir Bakke
Kontaktperson: Torgeir Bakke
Kode/kundens id.: _____

For Unilab Analyse AS:

Oppdragsnr. (vår ref.): Ua 268
Dato mottak: 15.06.98
Antall prøver: 2
Analyseparameter(e) PAH
Analysemetode(r), ID: THC-S og PAH-S
Kontaktperson: Evy Jørgensen
Underskriftsberettiget: Linda Hanssen (sign.)
Kvalitetsleder: Evy Jørgensen (sign.)

RESULTATER

THC innhold i prøver (mg/kg tørt sediment).

Prøver	THC
--------	-----

Ingen prøver er analysert for
denne parameteren

NPD innhold i prøver (µg/kg tørr vekt).

NPD innhold, µg/kg tørr vekt	Prøve	0-98080 Kårstø	0-98080 Kårstø utslipp
Naphthalene		7,08	9,96
C1-naphthalene		32,89	39,23
C2-naphthalene		26,36	107,64
C3-naphthalene		16,51	232,78
Phenanthrene		158,76	43,55
Anthracene		1,57	7,25
C1-phenantrene/anthr.		51,89	267,32
C2-phenantrene/anthr.		31,14	433,40
C3-phenantrene/anthr.		38,14	624,45
Dibenzothiophene		6,55	92,87
C1-dibenzothiophene		12,84	243,69
C2-dibenzothiophene		18,22	284,62
C3-dibenzothiophene		21,16	65,24
Sum NPD		423,11	2452,00

* Under deteksjonsgrensen.

PAH innhold i prøver ($\mu\text{g}/\text{kg}$ tørr vekt).

PAH innhold, $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørr vekt	Prøve	0-98080 Kårstø	0-98080 Kårstø utslipp
Acenaphthylene		1,41	1,78
Acenaphthene		28,89	25,56
Fluorene		15,45	5,14
Fluoranthene		167,58	19,50
Pyrene		115,80	40,41
Benzo(a)anthracene		29,84	5,17
Chrysene		83,25	17,36
Benzo(b+k)fluoranthene		88,04 144,05	35,24 57,75
Benzo(e)pyrene		44,27	i.d.*
Benzo(a)pyrene		53,54	4,15
Perylene		9,01	73,63
Benzo(ghi)perylene		29,73	3,60
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		33,28	1,27
Dibenzo(a,h)anthracene		3,69	i.d.
Sum PAH		703,79 759,79	232,81 255,31

*i.d. Ikke detektert.

PRØVEBEARBEIDING OG ANALYSESPESIFIKASJONER

Mottak prøver

Tabell 1: Prøver mottatt for analyser.

Kundens id.	Prøvetype/Materiale	Prøvens beskaffenhet	Vekt (g) innveid ved analyse
0-98080 Kårstø	Sediment	Prøvene ankom i petriskåler, de var ikke frossen ved ankomst	25,8
0-98080 Kårstø utslipp	Sediment	-"-	30,4

Prøvebearbeiding og analyser

Metode ID; THC-S og PAH-S.

Den homogeniserte prøven blir tilsatt interne standarder, forsåpet i metanol og kaliumhydroksid og ekstrahert med pentan. Ekstraktet blir oppkonsentrert og renses på en silikakolonne. Etter oppkonsentrering blir det skiftet løsemiddel på prøven, og de relevante hydrokarbonene blir separert og kvantifisert. PAH kvantifiseres ved bruk av interne standarder og GC/MSD detektor. THC kvantifiseres ved bruk av eksternstandard kurve og GC/FID detektor.

Prøven "0-98080 Kåstø Utslipp" ble renses opp en gang ekstra på en silikakolonne, på grunn av interferens i enkelte av ionefragmentogrammene fra GC/MSD.

Analysene gjelder bare for de prøver som er analysert her og som har de påførte prøvenummer som vist i Tabell 1. De oppgitte analyseresultat omfatter ikke feil som måtte følge av prøvetagningen, inhomogenitet eller andre forhold som kan ha påvirket prøven før den er mottatt av Unilab Analyse AS. Utdrag av rapporten kan ikke gjengis uten tillatelse fra Unilab Analyse AS. En eventuell klage skal leveres Unilab Analyse senest en måned etter mottak av analyseresultat.

Kvalitetskontroll

Kjemikalier:

Alle kjemikalier som er brukt er av p.a. eller kromatografi kvalitet og er ellers i overensstemmelse med spesifikasjoner referert i Anon,1982.

Glassutstyr:

Alt glassutstyr er grundig rengjort og brent før bruk. Nytt glassutstyr er rengjort i henhold til Anon.,1982.

Kvalitetssikringsprøver:

Kontrollprøver er inkludert i opparbeidings- og analyseprogrammet med jevne mellomrom. Dette inkluderer prøver med kjente verdier (kontrollprøver) og kjent relasjon til f.eks et referanse materiale.

Tabell 2: Deteksjonsgrense (LOD) og kvantifiseringsgrense (LOQ) bestemt ved analyse av blindprøver.

	LOD	LOQ
PAH komponenter (mg/kg):		
Naphthalene	0.29	0.85
C1-naphthalene	0.18	0.49
C2-naphthalene	0.15	0.42
C3-naphthalene	0.15	0.40
Phenanthrene	0.04	0.09
Anthracene	0.01	0.04
C1-phenantrene/anthr.	0.13	0.35
C2-phenantrene/anthr.	0.07	0.18
C3-phenantrene/anthr.	0.06	0.14
Dibenzothiophene	0.004	0.008
C1-dibenzothiophene	0.02	0.05
C2-dibenzothiophene	0.07	0.16
C3-dibenzothiophene	0.06	0.13
SUM	1.24	3.30
Acenaphthylene	0.004	0.011
Acenaphthene	0.02	0.04
Fluorene	0.04	0.13
Fluoranthene	0.02	0.05
Pyrene	0.02	0.05
Benzo(a)anthracene	0.01	0.02
Chrysene	0.01	0.04
Benzo(b+k)fluoranthene	0.02	0.06
Benzo(e)pyrene	0.03	0.09
Benzo(a)pyrene	0.01	0.04
Perylene	0.02	0.07
Benzo(ghi)perylene	0.03	0.08
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0.03	0.07
Dibenzo(a,h)anthracene	0.004	0.013
SUM	0.27	0.76
LOD = gjennomsnitt + 3 x SD		
LOQ = gjennomsnitt + 10 x SD		

Måleusikkerhet:

Metodens måleusikkerhet for PAH er gitt i Tabell 3:

Tabell 3: Resultater fra GC/MS analyse av sertifisert referansemateriale ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

	Sertifiserte verdier	Bestemt	Bestemt 07.04.98
Naphthalene	1010 \pm 140	722 \pm 288	769
Phenanthrene	489 \pm 23	449 \pm 60	434
Anthracene	184 \pm 14	209 \pm 29	219
Fluorene	97.3 \pm 8.6	64 \pm 12	82
Fluoranthene	981 \pm 78	939 \pm 86	1002
Pyrene	811 \pm 24	785 \pm 48	820
Benzo(a)anthracene	427 \pm 25	438 \pm 28	499
Chrysene	380 \pm 24	710 \pm 64	756
Benzo(a)pyrene	628 \pm 52	645 \pm 171	581
Benzo(b+k)fluoranthene	937	900 \pm 54	1008
Benzo(ghi)perylene	525 \pm 67	519 \pm 50	541
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	501 \pm 72	417 \pm 60	520
Benzo(e)pyrene	553 \pm 59	629 \pm 78	537
Perylene	452 \pm 58	469 \pm 24	448
Dibenzo(a,h) anthracene	73,9 \pm 9,7	126 \pm 35	95

Metodens måleusikkerhet for THC er gitt ved:

Verdier	Stdev
Ikke aktuelt for dette prosjektet	

Nøyaktighet og reproduserbarhet:

Reelle sedimentprøver blir opparbeidet for reproduserbarhet av metoden på dette sedimentet. Likeledes blir gjennvinning av THC kontrollert ved hjelp av spikede prøve.

Prøve ID	Verdier	Stdev
Ikke aktuelt for dette analyseoppdraget		

N = antall prøver

Instrumentets stabilitet og respons ble sjekket daglig og minst etter hver 20. prøve ved analyse av kontroll-løsninger med kjente mengder. Under hele opparbeidingsperioden ble blindprøver opparbeidet og analysert for kontroll av eventuell kontaminering.

Anon., 1982. Manual and Guides No. 11. The determination of petroleum hydrocarbons in sediments. Intergovernmental Oceanographic Commission, UNESCO.

Dato for opparbeiding og analyse av prøvene.

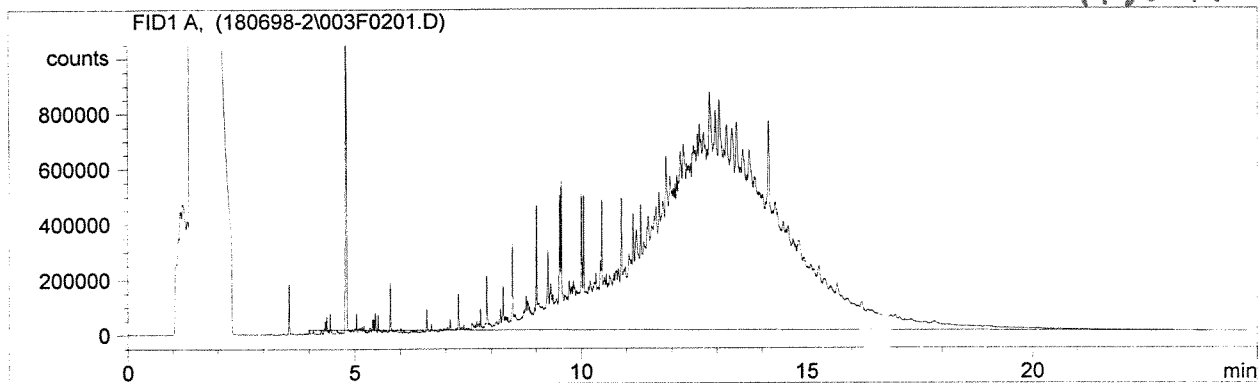
Kundens id.	Dato opparbeiding	Dato analyse
0-98080 Kårstø	15.06.98	19.06.98
0-98080 Kårstø utslipp	15.06.98	19.06.98

Vedlegg C.

Kromatogrammer – totalhydrokarboner (THC) i sediment


```
=====
Injection Date   : 18-06-98 11:01:53           Seq. Line :    2
Sample Name     : ua 268/2, 500 ul Faste utslipp       Vial :    3
Acq. Operator  : Linda                          Inj :    1
                                                    Inj Volume : 1 µl

Sequence File   : C:\HPCHEM\1\SEQUENCE\180698-2.S
Method         : C:\HPCHEM\1\METHODS\NORSJ95B.M
Last changed   : 01-04-98 15:43:36 by Linda
Nordsjøprøver - analyse mht thc.
```



```
=====
                          Area Percent Report
=====
```

```
Sorted By      :      Signal
Multiplier     :      1.0000
Dilution       :      1.0000
```

Signal 1: FID1 A,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area counts*s	Height [counts]	Area %
1	14.403	VBA+	2.3147	1.62473e8	1.16986e6	1.000e2

```
Totals :                1.62473e8  1.16986e6
```

Results obtained with enhanced integrator!

```
=====
*** End of Report ***
```

Vedlegg D.

Resultater – biologiske registreringer

Tabell Alger registrert på befaring ved Kårstøterminalen 1998-05-12. Forekomst: 1=enkelte funn, 2=spredt forekomst, 3=vanlig, 4=dominerende.

Gruppe	Artsnavn		Forekomst	
			Referanse- Stasjon	Utslipps- Sted
Brunalger				
- trådformede				
	<i>Desmarestia viridis</i>	mykt kjerringhår	2	2
	brunsl-arter		2	2
	<i>Ectocarpus</i> sp.	knippesli		
	<i>Giffordia</i> sp	havsli		
- bladformede				
	<i>Sargassum mutican</i>	sargassotang		1
	<i>Fucus serratus</i>	sagtang		2
	<i>Laminaria hyperborea</i>	stortare	3	3
	<i>Laminaria saccharina</i>	sukkertare	2	3
Grønnalger				
- trådformede				
	grønndusk-arter		2	3
	<i>Cladophora</i> sp. og <i>Spongomorpha centralis</i>			
	<i>Cladophora rupestris</i>	vanlig grønndusk	2	2
	<i>Bryopsis plumosa</i>	grønnfjær	1	2
	<i>Derbesia marina</i>	grønnhyfe		2
- bladformede				
	<i>Enteromorpha</i> sp.	tarmgrønske	2	3
	<i>Ulva lactuca</i>	havsalat	3	3
Rødalger				
- små trådformede				
	<i>Audouiniella</i> sp.	rødpusling		2
	<i>Bonnemaisonia hamifera</i> :	sporp. rødlo		2
- buskformede				
	<i>Ceramium</i> sp.	rekeklo	3	3
	<i>Cystoclonium purpureum</i>	fiskeløk	2	3
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>	sjølyng	2	2
	<i>Polysiphonia</i> sp.	tangdokke	2	2
	<i>Polysiphonia urceolata</i>	røddokke	2	2
	<i>Rhodomela confervoides</i>	teinebusk	4	4
- bladformede				
	<i>Delesseria sanguinea</i>	fagerving	2	2
	<i>Chondrus crispus</i>	krusflik	3	3
	<i>Dilsea camosa</i>	kjøttblad	1	2
	<i>Lomentaria clavellosa</i>	rosenrør	2	2
	<i>Porphyra</i> sp.	fjærehinne	2	2
- kalkrødalger				
	<i>Corallina officinalis</i>	krasing	1	2
- skorpeformede				
	<i>Coralliniacea</i> indet.	rugl	3	4
	<i>Cruoria pellita</i>	sleipfleck	2	3
Antall taxa			23	28
Sum forekomst			50	68

Tabell Dyr registrert på befaring ved Kårstøterminalen 1998-05-12. Forekomst: 1=enkelte funn, 2=spredt forekomst, 3=vanlig, 4=dominerende.

Gruppe	Artsnavn		Forekomst	
			Referanse- Stasjon	Utslipps- Sted
Svamp				
	<i>Sycon ciliatum</i>		2	
	<i>Leucosolenia complicata</i>		2	1
	<i>Porifera indet.</i>	skorpeformet svamp	1	
Nesledyr				
	<i>Hydroida indet.</i>	hydroider	2	2
	<i>Laomedea sp.</i>	hydroider	2	
	<i>Alcyonium digitatum</i>	dødningehånd	2	
	<i>Metridium senile</i>	sjønellik		3
Leddormer				
	<i>Arenicola marina</i>	fjæremark		3
	<i>Pomatoceros triqueter</i>	trekantmark	2	2
	<i>Spirorbis sp.</i>	posthornmark		2
Bløtdyr				
	<i>Polyplacophora indet.</i>	skallus	1	
	<i>Patella sp.</i>	albuesnegl	2	
	<i>Mytilus edulis juv.</i>	juvenile blåskjell	2	2
	<i>Nudibranchia indet. egg</i>	eggmasse fra nakensnegl	1	
Mosdyr				
	<i>Membranipora membranacea</i>		2	1
	<i>Bryozoa indet. encrusting</i>	skorpeformende mosdyr	2	1
	<i>Bryozoa indet. erect</i>	buskdannende mosdyr	2	
Pigghuder				
	<i>Echinus esculentus</i>	kråkebolle	2	
	<i>Asterias rubens</i>	korstroll	2	2
	<i>Martasterias glacialis</i>	skjærgårdskorstroll	1	
Krepsdyr				
	<i>Cf Balanus balanoides</i>	fjærerur	3*	3*
	<i>Cancer pagurus</i>	taskekrabbe		1
Sekkedyr				
	<i>Ascidia mentula</i>		2	1
	<i>Corella parallelogramma</i>		2	2
Fisk				
	<i>Pollachius virens</i>	sei	2	2
	<i>Gobiidae indet</i>	kutling		2
	<i>Centrolabrus rupestris</i>	bergnebb	3	1
	<i>Labrus bergylta</i>	berggylte	2	
	<i>Labrus bimaculatus</i>	blåstål	1	
Antall taxa			24	17
Sum forekomst			45	31

* juvenil fjærerur var dominerende (4)

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00

Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,
oppgi løpenummer 3902-98

ISBN 82-577- 3489-6