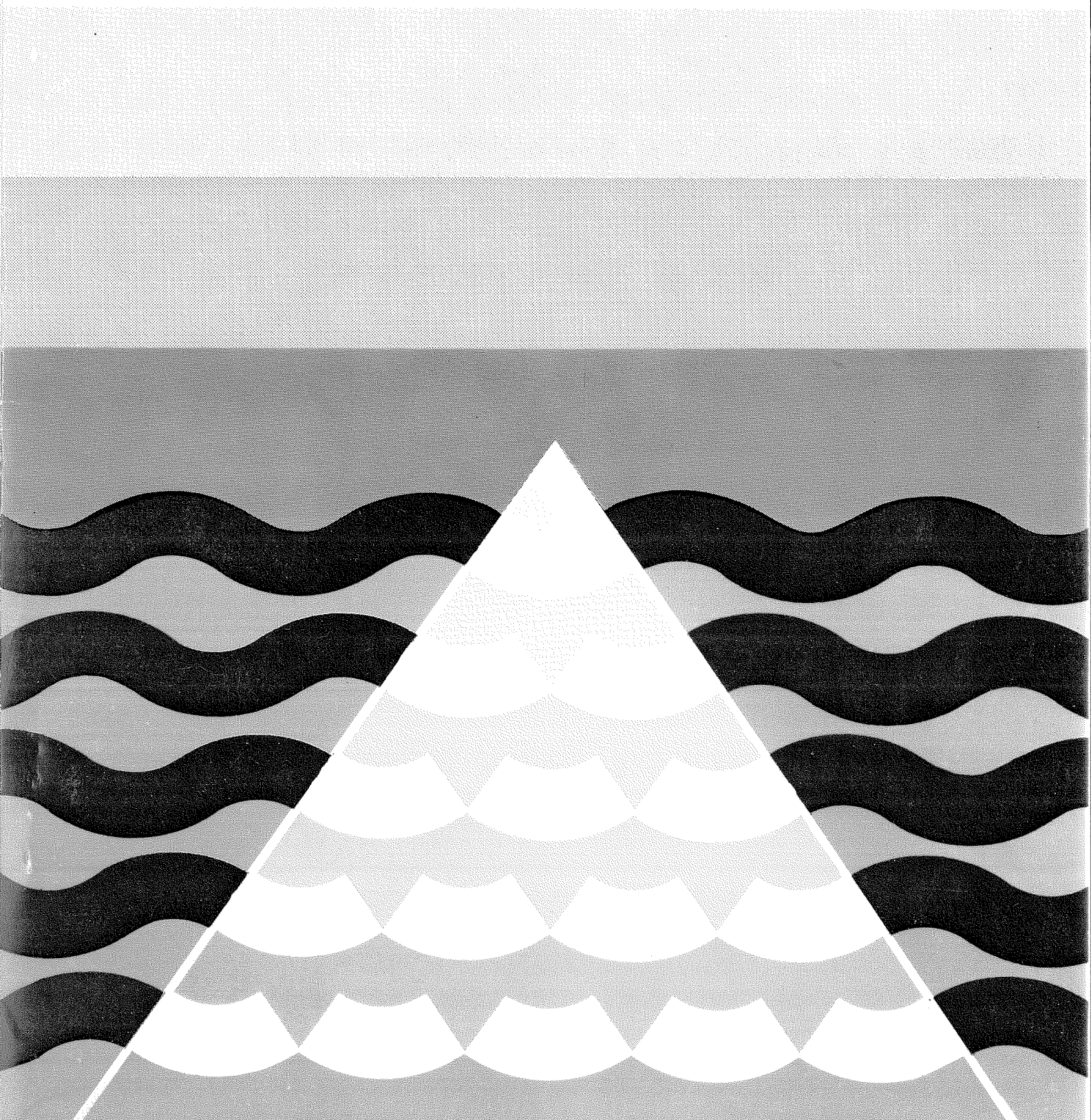


SERIE B
1976 Nr. 3

FISKEN og HAVET

RAPPORTER OG MELDINGER
FRA FISKERIDIREKTORATETS HAVFORSKNINGSINSTITUTT - BERGEN



SERIE B
1976 Nr. 3

Begrenset distribusjon
varierende etter innhold
(Restricted distribution)

OM KONTROLLERTE UTSLIPP AV OLJEHYDROKARBONER
FRA PRODUKSJONSPLATTFORMEN PÅ EKOFISK

av

O.Grahl-Nielsen, T.Neppelberg, K.H. Palmork,
K.Westrheim og S. Wilhelmsen
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt
Boks 2906, 5011 Bergen-Nordnes

Redaktør
Erling Bratberg

April 1976

INNHOOLD

	Side
1. Innledning	3
2. Innsamling av prøver	4
2.1 Skimmertank	4
2.2 Seasump	5
2.3 Kondensat-skimmertank	6
2.4 Produksjonsvann	6
2.5 Sedimentprøver	7
2.6 Råolje	7
3. Opparbeiding av prøver	7
3.1 Vannprøver i skilletrakt	7
3.2 Vannprøver på 2,8 liters flasker	7
4. Analyse	8
4.1 Identifisering	8
4.2 Kvantitering	9
4.3 Feilkilder	13
5. Diskusjon	13

SUMMARY

Water released from the various process vessels on the Ekofisk production platform passes through a skimmer tank where oil is separated from the water. The drain from this skimmer tank is the main source of the so called "controlled effluent" from the production platform. Another source is the sea sump.

Between 1500 hours, 18 November and 1145 hours, 19 November water samples were collected 6 times from the drain of the skimmer tank. One water sample was collected from the sea sump at 1500 hours, 18 November 1975.

The samples were extracted with methylene chloride, and the extracts were analysed by gas chromatography and mass spectrometry. The hydrocarbon contents in the samples from the skimmer tank varied between 70 ppm and 190 ppm. The light aromatics, benzene, toluene and xylene, accounted for approximately 90% of the total. In the sample from the sea sump a substantially higher amount of hydrocarbons was found.

1. INNLEDNING

Formålet med denne undersøkelsen var å få en oversikt, både kvalitativt og kvantitativt, over de såkalte kontrollerte utslipp av oljehydrokarboner fra produksjonsplattformen (FTP) på Ekofisk anlegget. Disse utslipp er hovedsaklig i form av vann som har vært i kontakt med oljen og derfor inneholder enten oppløste eller emulgerte oljehydrokarboner. Vannet slippes ut fra to kilder, skimmertank og seasump.

Prosjektet var planlagt slik at det i løpet av ett døgn skulle samles prøver av vannet som slippes ut gjennom disse to systemer. Deretter skulle vannet analyseres for innhold av oljehydrokarboner. Resultatet av analysene skal brukes ved utarbeidelse av forskrifter angående utslipp fra produksjonsanlegg.

2. INNSAMLING AV PRØVER

2.1 Skimmertanken mottar vann som er kommet opp med oljen, såkalt produksjonsvann, fra olje og gass separatorene, dessuten vann fra renseanlegget for gass og fra flere andre kilder (Fig.1). I skimmertanken blir eventuell olje som flyter på overflaten skilt fra og returnert til produksjonen mens vannet blir drenert fra bunnen av tanken og sluppet ut i sjøen.

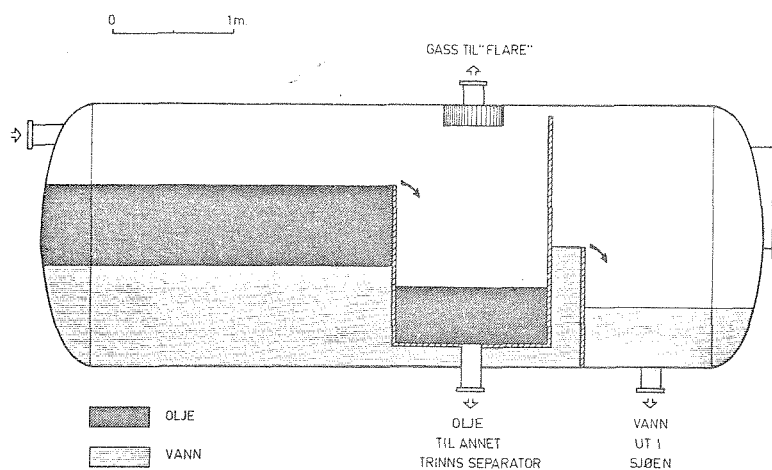


Fig.1. Skisse av skimmertanken på produksjonsplattformen på Ekofisk.

Gjennom en krane på en sidearm til røret som leder vannet fra bunnen av tanken ned i sjøen, ble vann tappet på to 2 liters skilletrakter og på to 2,8 liters flasker ved hver prøvetakning. Før oppsamling av vannet ble endel vann sluppet ut for å gjennomspyle rør og krane. Vannet hadde en temperatur på ca. 38°C og var svakt gult og ugjennomsiktig p.g.a. suspenderte luftbobler.

2.2 Seasumpen er et rør med ca. 75 cm indre diameter som går fra nederste dekk på produksjonsplattformen og ned i sjøen til 26 meter under normal vannstand. (Fig.2).

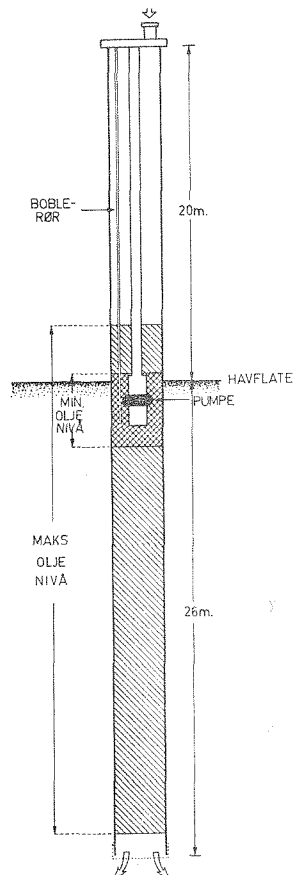


Fig.2. Skisse av seasumpen på produksjonsplattformen på Ekofisk.

Nedre ende er åpen, men beskyttet med en rist. Inne i seasumpen er det montert en pumpe i nivå med normal vannstand. Til seasumpen fører alle dekkdreneringer og dreneringer fra diesellagringstanken. Eventuell olje legger seg oppå vannet i seasumpen og pumpes tilbake til produksjonssystemet mens vannet går ut i bunnen av seasumpen. Systemet er basert på manuell kontroll med starting og stopping av pumpen.

Prøve av det nederste laget (vannlaget) ble forsøkt tatt med en 1 liters aluminiumsflaske, åpen i øvre ende og forsynt med en ventil som åpnet seg innover i nedre ende. Flasken skulle da ved nedfiring til det ønskede dyp tillate gjennomstrømning. Ved opphaling lukkes bunnventilen slik at vann fra det ønskede dypet følger med opp. Hensikten var å ta prøver fra vannet ca. 3 meter over den nederste åpne ende av seasumpen og også fra et skikt ca. 6 meter høyere oppe. Da prøvetakeren ved opphaling passerer oljelaget i seasumpen, ble en del av denne oljen liggende på toppen av vannet i prøvetakeren. Dette ble dekantert av og vannet ble så tappet ut av prøvetakeren gjennom vannventilen over på en 2,8 liters flaske. På denne måten ble det for hvert halvt oppnådd ca. 0,8 liter vann. Ved tredje gangs prøvetakning kilte flasken seg fast i installasjonene inne i seasumpen, og mere vann ble derfor ikke hentet.

2.3 Kondensat - skimmertank. Det viste seg at også vann fra denne tanken ble ledet ut i sjøen idet uttaket fra bunnen av denne var koblet inn på dreneringsrøret fra bunnen av hovedskimmertanken. Det var vanskelig å oppnå tilfredsstillende prøve fra en sidekrane på dette røret, sannsynligvis p.g.a. for liten gjennomstrømning. Ved første gangs forsøk ble det bare oppnådd noen få hundre milliliter hvorav bare ca. 10% var vann. Noe senere ble det tappet ut et større volum, hvorav ca. 10% var organisk fase som ble skilt fra v.h.a. skilletrakt og oppbevart for seg. Vannet ble tappet på en 2,8 liters flaske.

2.4 Produksjonsvann. For å få en mest mulig representativ prøve av vannet, som produseres sammen med oljen, ble en prøve tappet fra bunnen av første trinns separator. Denne inneholdt endel olje som ble skilt fra v.h.a. skilletrakt. Oljen og vannet ble oppbevart hver for seg.

- 2.5 Sedimentprøver. Det ble foretatt fire mislykkede forsøk på å hente opp bunnpropper med en 13 kg "gravity corer". Sannsynligvis var bunnens beskaffenhet (grus - stein) årsaken, men en eventuell propp kan også ha blitt vasket ut av prøverøret under opphaling fordi det var kraftig bølgebevegelse de øverste vannlag.
- 2.6 Råolje Fra en kran i produksjonssystemet etter tredje trinns separator ble det tappet 2 prøver á 100 ml råolje til bruk som referanse ved den påfølgende analyse.
3. OPPARBEIDING AV PRØVER
- 3.1 Vannprøver i skilletrakt. Disse ble ekstrahert umiddelbart etter innsamling i et lite laboratorium på samme dekket som skimmertanken. Til ekstraksjonen ble det benyttet 3 x 40 ml diklormetan. Skilletrakten ble for hver ekstraksjon rystet kraftig i ca. 2 minutter med en hyppig opp - ned vending. Av de første 40 ml ble det bare gjenvunnet ca. 10 ml, dette delvis p.g.a. avdampning (høy temperatur og fordi noe diklormetan ble løst i vannet. Av de neste 40 ml porsjonene ble stort sett alt gjenvunnet, totalt ca. 80 - 90 ml. De tre forenede ekstraktene ble oppbevart på 100 ml flasker med teflonkledd skrukork. Effektiviteten av ekstraksjonen ble prøvet på to prøver ved å ekstrahere dem på nytt med 3 x 30 ml diklormetan og så oppbevare annengangs ekstraktet separat for videre analyse. To blank prøver ble også tatt ved å ryste en tom skilletrakt med 3 x 30 ml diklormetan og oppbevare disse ekstraktene på samme måte som de øvrige. Før analyse ble alle ekstraktene justert til samme volum (90 ml) og tilsatt ca. 5 gram vannfri natriumsulfat for tørking.
- 3.2 Vannprøver på 2,8 liters flasker. Umiddelbart etter at prøvene var tappet ble de tilsatt ca. 10 ml diklormetan for å hindre biologisk aktivitet. Flaskene ble lukket med skrukorker kledd med aluminiumsfolie og tatt med til laboratoriet på Havforskningsinstituttet. Prøvene fra skimmertanken ble her overført til

skilletrakter og ekstrahert som beskrevet ovenfor. Prøvene av produksjonsvannet og av vannet fra seasumpen ble begge ekstrahert tre ganger med 3 x 30 ml diklormetan fordi første-gangsekstraktene var sterkt brunfarget og annengangs-ekstraktene også hadde en svak farge.

For å lete spesielt etter sure komponenter i skimmertankvannet ble en av prøvene surgjort med konsentrert svovelsyre til pH 1 (ca. 1 ml syre pr. liter vann) og deretter ekstrahert som beskrevet ovenfor. Ekstraktet ble inndampet til ca. 5 ml og deretter ekstrahert med 3 ml 1 N NaOH. Ved denne behandling går de sure komponentene over i lutfasen og blir skilt fra de øvrige stoffene i det opprinnelige ekstraktet. Lutopløsningen ble så surgjort og ekstrahert med benzen, inndampet og tilsatt en eterløsning av diazometan og hensatt ved romtemperatur i 5 minutter. Denne behandlingen omdanner (derivatiserer) frie syregrupper til metylestere slik at disse forbindelsene blir mere flyktige og derved bedre egnet for gasskromatografisk analyse.

4. ANALYSE

4.1 Identifisering. Diklormetan ble fjernet fra 5 ml av ekstraktene i en strøm av tørr nitrogengass, residuet ble løst i en liten mengde karbondisulfid og prøver av denne oppløsning ble analysert ved hjelp av et datastyrt gasskromatografi-massespektrometer. Finnigan 3200 F - 6103, utstyrt med en 20 meter OV-1 glasskapillar kolonne. Massespektrene av de enkelte toppene i gasskromatogrammene ble brukt til identifikasjon. Resultatene er gitt i Tabell 1.

Tabell 1. Identifiserte hydrokarboner i vannprøve fra skimmertank kl. 2030, 18. november 1975.

Komponenter	Mengde i ppm
Benzen	
Toluen	
Xylen	
Trimethylbenzener	3
Tetramethylbenzener	0,6
Naftalen	
Metylnaftalener	0,7
Dimetylnaftalener	
Trimetylnaftalener	
Fenantren	0,004
Fenol	2
Metylfenoler	
Dimetylfenoler	
Trimetylfenoler	
Alkaner C ₁₃ - C ₂₉	0,9
Fettsyrer	
Benzosyrer	

4.2 Kvantitering. Kvantitering ble foretatt på følgende tre måter.

4.2.1 De flyktige komponentene benzen, toluen og xylen er dominerende, og disse ble kvantitert ved å gasskromatografere 2,0 ul av totalekstratene på en pakket OV-1 kolonne. Fig.3 viser et slikt kromatogram. De tre isomere xylenene, orto, meta og para, elueres som to topper idet meta- og para-xylen ikke adskilles på denne kolonnen. Mengden av de enkelte komponentene i prøvene ble beregnet ut fra arealet av toppene i gasskromatogrammet. Fra en kalibreringskurve, basert på innveide mengder av benzen og toluen (Fig.4), ble det funnet at responsfaktoren for begge komponentene var 27,5 arealenheter pr. µg injisert stoff. Den samme responsfaktor ble benyttet for xylenene. Resultatene er gitt i Tabell 2.

4.2.2 De vesentligste av de øvrige aromatiske komponentene ble kvantitert ved hjelp av GC-MS. Diklormetanet ble fjernet ved å blåse nitrogengass over 5,0 ml porsjoner av totalekstraktene etter at en kjent mengde fluoren var tilsatt som intern standard. Massefragmentogram, basert på molekylionet av de enkelte forbindelsene, ble opptatt ved hjelp av gasskromatografi-massespektrometri.

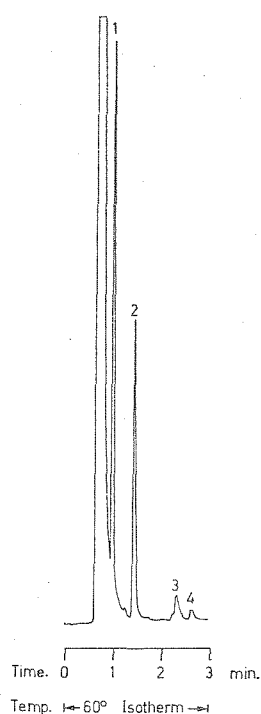


Fig. 3. Gasskromatogram av de letteste aromatiske hydrokarboner i et ekstrakt av vann fra skimmertanken. Kromatogramtoppen merket 1, 2, 3 og 4 representerer henholdsvis benzen, toluen, meta-xylene, para-xylene og orto-xylene. Gasskromatogrammet er opptatt på en Perkin Elmer 900 gasskromatograf med flammeionisasjonsdetektor. En glasskolonne 3 m x 2 mm, pakket med 3% OV-1 på 80/100 gas-chrom Q og nitrogen, 15ml/min. som bæregass, ble benyttet.

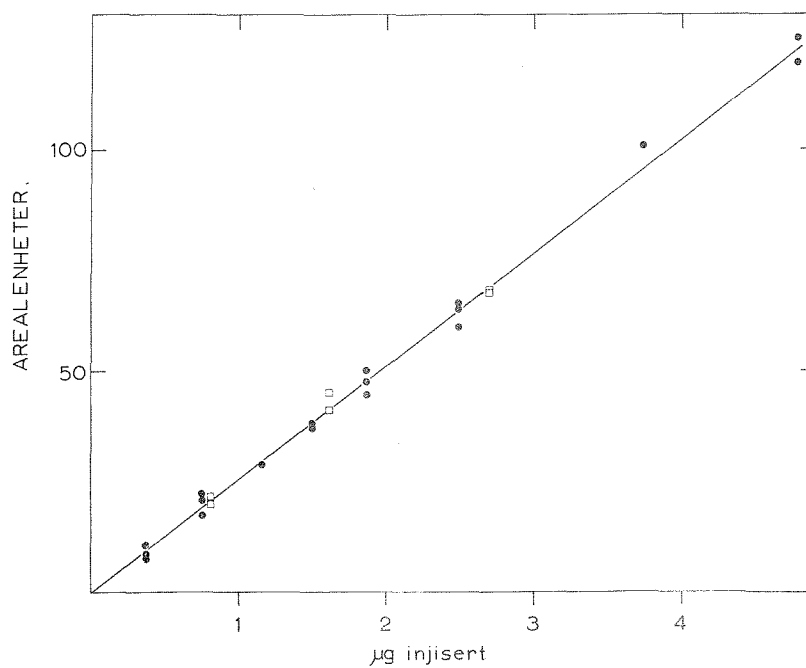


Fig. 4. Kalibreringskurve for arealet av toppene i gasskromatogram av innveide mengder benzen (fylte sirkler) og toluen (åpne firkanter).

Tabell 2. Hydrokarbonkonsentrasjoner (ppm) i vannprøver fra skimmertank, seasump og 1. trinns separator, tatt i tidsrommet 18. - 19. november 1975 på produksjonsplattformen på Ekofisk-anlegget.

	Benzen	Toluen	Xylen	Øvrige
Skimmertank				
Kl. 1500	28	21	8	8
" 1730	45	40	14	
" 2030	81 (83)	64 (63)	21 (21)	20
" 0030	35	33	10	
" 0600	62	54	17	
" 1145	31 (38)	29 (32)	10 (12)	
Seasump				
Kl. 1500			1100	
1. Trinns sep.				
Kl. 2200			500	

Verdiene i parantes representerer vannprøver i 2,8 l flasker som ble ekstrahert på Havforskningsinstituttet.

Mengden av de enkelte komponenter ble beregnet ved å relatere arealet av fragmentogrammene med arealet av fragmentogrammet av den kjente mengde fluoren. Her ble benyttet den tilnærming at alle komponentene har molekyllion med samme relative intensitet som molekyllionet av fluoren. Resultatene er gitt i Tabell 1.

- 4.2.3 Gasskromatogrammene av prøvene består foruten av toppene av de komponentene som er tilstede i størst mengde, også av en stor "konvolutt" (Fig.5). Denne fremkommer p.g.a. at en vanlig gasskromatografikolonne ikke har stor nok oppløsningsevne til å skille de mange komponentene, såsom forgrenete alifater, cycliske alifater og aromater, som olje er sammensatt av. For å få en oversikt over totalinnholdet av oljehydrokarboner i prøvene må også disse komponentene kvantiteres. Dette ble gjort ved å fjerne diklormetanet fra 5 ml porsjoner av ekstraktene som beskrevet under punkt 4.1 og deretter løse residuet i 200 µl diklormetan og kromatografere 2,0 µl av denne oppløsningen. Ved å kromatografere under identiske betingelser 2,0 µl av en oppløsning av 15,2 mg referanseråolje (punkt 2.6) pr. ml, d.v.s. 30,4 µg råolje injisert, ble ett µg råolje funnet å gi 18.5 arealenheter "konvolutt". På denne måten kunne mengden av oljehydrokarboner i prøvene beregnes (MEDEIROS og FARRINGTON 1974). Arealene ble bestemt ved klippe-veie metoden. Resultatene finnes i Tabell 2.

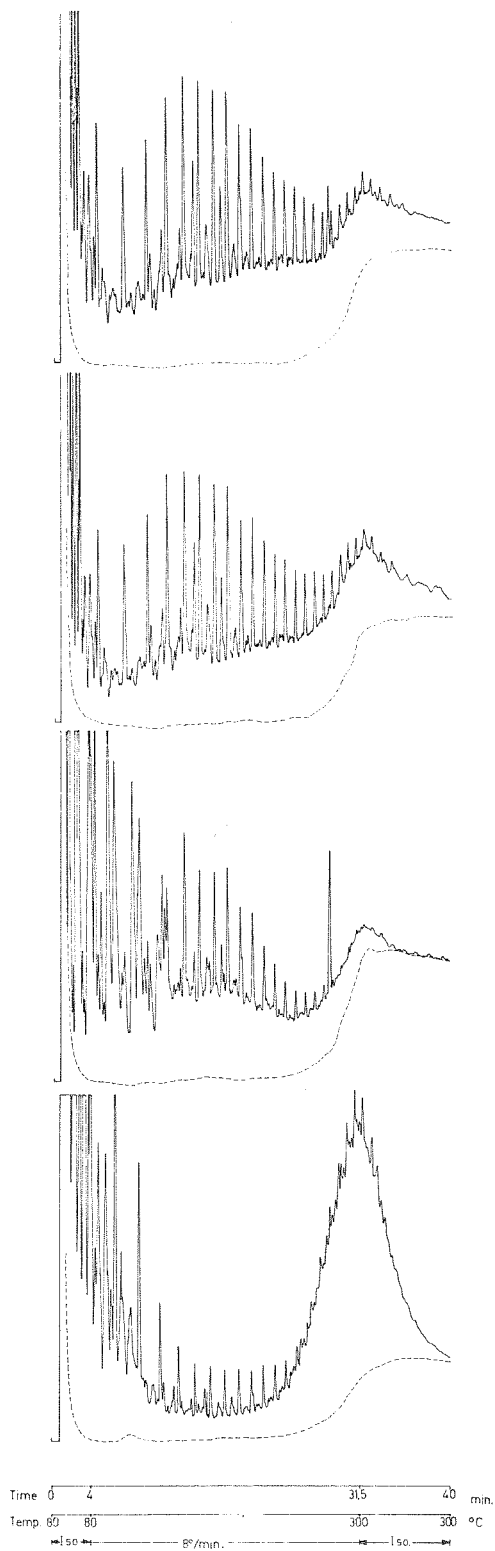


Fig. 5. Gasskromatogram av (regnet ovenfra): Ekofisk råolje, ekstrakt av produksjonsvann fra første trinns separator, ekstrakt av vann fra skimmertanken og ekstrakt av vann fra seasumpen. Den stiplede linje representerer grunnlinjen i kromatogrammene fremkommet ved kromatografi av rent løsningsmiddel under identiske betingelser. Samme kromatografidata som i Fig. 3.

Ekstraktene av seasumpvannet og av produksjonsvannet hadde så stort innhold av hydrokarboner at inndamping ikke var nødvendig før kvantitering av "konvolutten".

- 4.3. Feilkilder. For kvantitering av benzen, toluen og xylen ble det kromatografert 2 paralleller av hvert ekstrakt. Det gjennomsnittlige avvik mellom 2 paralleller var ca. 2%. Som beskrevet under punkt 2.1 ble det for hver prøvetakning ekstrahert to parallelle prøver. Hvert ekstrakt ble også kromatografert 2 ganger, og når gjennomsnittet av de to fremkomne verdier legges til grunn, er det gjennomsnittlige avvik mellom de to parallelle ekstrakter ca. 5%. I tillegg til dette er responsfaktoren 27,5 som ble benyttet for utregning av konsentrasjonene (punkt 4.2.1), behengt med en viss usikkerhet p.g.a. at de kromatografiske betingelser, som ble benyttet, ikke ga grunnlinje-separasjon.

De oppgitte verdier for benzen, toluen og xylen i Tabell 2 antas derfor å ha en feil på maksimum 10%.

For de øvrige kvantiteringene, basert på henholdsvis massefragmentogram (punkt 4.2.2) og arealbestemmelse av "konvolutten" (punkt 4.2.3), antas feilprosenten å være noe større enn 10%, uten at det ble foretatt noen systematisk undersøkelse av nøyaktigheten.

5. DISKUSJON

Ved ekstraksjon med 3 x 40 ml diklorometan, som beskrevet i punkt 3.1, ble benzen, toluen og xylen overført kvantitativt til diklormetanfasen. Gjentatt ekstraksjon med 3 x 30 ml diklorometan ga nemlig bare ubetydelige mengder av disse forbindelsene. Imidlertid måtte produksjonsvannet og seasumpvannet, som begge inneholdt store mengder hydrokarboner, ekstraheres 2 ganger. Annen gangs ekstraksjon ga her ca. 10% av første gangs ekstraksjon.

Analysemetoden gir kvantitativ gjenvinning av benzen. Dette ble vist ved å løse 174 mg benzen, tilsatt v.h.a. en kalibrert 200 μ l Carlsberg-pipette, i 2,2 l sjøvann, d.v.s. en konsentrasjon på 79 ppm. Prøven ble opparbeidet og analysert som beskrevet ovenfor. Det ble funnet 83 ppm benzen, altså en gjenvinning på 105% som er innenfor metodens feilgrenser.

Vannprøvene i 2,8 liters flasker (punkt 3.2) som ble bragt med og ekstrahert på Havforskningsinstituttet ga samme resultat som de prøvene som ble ekstrahert på feltet (Tabell 2). Ekstraksjonene kan derfor ved fremtidig kontrollvirksomhet forsøkes foretatt på feltet.

Benzen, toluen og xylen er de dominerende hydrokarboner i utslippsvannet fra skimmertanken. De øvrige hydrokarboner utgjorde bare ca. 10%, både i den prøven som inneholdt minst hydrokarboner (kl. 1500), og den som inneholdt mest (kl. 2030) (tabell 2). En rutineundersøkelse av hydrokarboninnholdet i utslippsvannet skulle derfor kunne begrenses til en analyse av benzen, toluen og xylen.

Med det forholdsvis høye innhold av hydrokarboner kunne det antas at gravimetri skulle være en hensiktsmessig analysemetode. Hovedkomponentene benzen, toluen og xylen er imidlertid så flyktige at de helt eller delvis forsvinner ved avdampning av ekstraksjonsmiddelet selv når det flyktige diklormetan blir benyttet. Gravimetri er derfor ikke egnet til kvantitativ bestemmelse i dette tilfelle.

Gasskromatografi egner seg derimot godt til analyse av disse flyktige forbindelsene. På kolonnematerialet som ble benyttet, OV-1, har de imidlertid liten retensjonstid, noe som gjør det vanskelig å oppnå fullstendig separasjon av benzen fra løsningsmiddelet. Ved eventuell senere analyse vil en annen fase, som gir høyere retensjonstid for de aromatiske komponentene, bli benyttet.

Benzen, toluen og xylen er sterkt anrikt i skimmertankvannet i forhold til sammensetningen av råolje. For eksempel viste en analyse ved hjelp av gasskromatografi-massespektrometri av råoljen som ble tatt fra tredje trinns separator (punkt 2.6) at den inneholdt ca. 0,15% benzen og ca. 0,5% toluen. De relative innhold av benzen og toluen i hydrokarbonfasen, som ble ekstrahert fra produksjonsvannet fra første trinns separator (punkt 2.4), viste seg å være tilsvarende. Gasskromatogrammet av produksjonsvannekstraktet lignet til forveksling kromatogrammet av råoljen (Fig.5) hvilket tyder på at hydrokarboninnholdet i produksjonsvannet er en emulsjon av råoljen i vannet. Derimot er kromatogrammet av ekstraktet av skimmertankvannet (Fig.5) vesensforskjellig fra kromatogrammet av råoljen idet det inneholder meget større mengder av de komponentene som elueres tidlig fra kolonnen, d.v.s. de flyktigste komponentene, heriblant benzen, toluen og xylen. Dette tyder på at disse komponentene i skimmertankvannet ikke kommer fra produksjonsvannet. Derimot er det trolig at de blir ført til skimmertanken med vann fra gassrensaneanlegget. På grunn av den høye temperatur oljen har ved produksjonen, foreligger de flyktigste hydrokarbonene som gass. Denne skilles fra i separatorene og går gjennom et eget rense- og tørkeanlegg. Da disse komponentene hører til de mest vannløselige hydrokarboner, vil de under denne prosessen løses i det vannet som kommer i kontakt med gassen og siden går til skimmertanken.

For å få en oversikt over totalmengden av hydrokarboner, som slippes ut fra skimmertanken, bør det innstalleres et flow-meter i dreneringsrøret fra tanken.

Saltholdigheten i produksjonsvannet var meget høy, 49 ‰, mens sjøvannet inneholdt 35 ‰ salt. Vannprøver fra skimmertanken hadde en saltholdighet som varierte mellom 37 ‰ og 42 ‰, men det var ingen korrelasjon mellom saltholdighet og hydrokarboninnhold.

Vannprøven fra seasumpen inneholdt over 1000 ppm hydrokarboner. Denne mengden skriver seg for en stor del fra mindre flyktige komponenter som elueres fra kolonnen som en karakteristisk "konvolutt" ved ca. 300°C (se punkt 4.2.3). Det er sannsynlig at disse komponentene ikke har vært løst i vannet, men har foreligget som en suspensjon. Forøvrig kan det ikke legges for meget vekt på dette høye tall da det er fremkommet fra analyse av bare en vannprøve. Denne prøven ble også tatt på en meget utilfredsstillende måte, og det kan ikke utelukkes at noe av oljen er kommet med i prøven idet prøvetakeren ble ført gjennom oljelaget i seasumpen selv om de forholdsregler som er nevnt i punkt 2.2, ble tatt ved overføring av vannet til flasken.

Seasumpen synes dårlig egnet til det formål den har. På tross av at den munner 26 m under normalvannstand forårsaker bølgene stor vertikal bevegelse av væskesøylen inne i seasumpen. Dette ga seg utslag i en sterk luftstrøm inn og ut gjennom den åpning som prøvetakeren ble ført ned gjennom. På denne måten nedsettes separasjonen av olje- og vannfasen, og istedet fremmes oppløsning og emulsjon av oljen i vannet. I første omgang bør et skikkelig prøvetakingssystem innstalleres slik at et riktig bilde av hydrokarboninnholdet i det vannet som forlater seasumpen, kan oppnås.

Benzen og benzenderivater hører altså både til de mest løselige og til de mest flyktige komponentene i råolje. Den forholdsvis høye løseligheten i vann gjør dem lett tilgjengelige for den marine fauna. Da de også har en generelt høy toksisitet, betyr det at de hører til de mest skadelige av oljehydrokarboner for marine organismer. Laboratorieforsøk har vist at 35 ppm benzen eller toluen hadde dødelig effekt på ferskvannsfisk (PICKERING og HENDERSON 1966). Ti ppm benzen hadde narkosevirkning på lakseyngel (BROCKSEN og BAILEY 1973). En begynnerkonsentrasjon på 40 ppm benzen, synkende til 10 ppm i løpet av 24 timer (se nedenfor), utvirket på denne tiden 50% dødelighet på sildeegg,

mens nyklekket sildeyngel var dobbelt så følsom (STRUHSAKER, ELDRIDGE og ECHEVERRIA 1974). Tilsvarende er det vist at mindre enn 50 ppm av benzen, toluen eller xylen utvirker 100% dødelighet på noen uker gammel lakseyngel i løpet av 48 timer (MORROW, GRITZ og KIRTON 1975).

Disse komponentene vil også i lavere konsentrasjoner ha skadelige virkninger på marine organismer . Subletale effekter er langt mer kompliserte å undersøke for å finne grenseverdier for skadelige nivåer. Det er imidlertid antydnet at helt ned mot 50 ppb av olje kan nedsette fytoplanktonets fotosyntese (GORDON og PROUSE 1973). Som en rettesnor kan sies at konsentrasjonen av oljehydrokarboner under ingen omstendighet må overstige en tusendedel av det nivå som er funnet å ha dødelig virkning.

På grunn av den høye flyktigheten til benzen og benzenderivater vil de forholdsvis lett kunne fordampe fra det vannet de er oppløst i. Eksempelvis er det funnet at opptil 75% av oppløst benzen fordamper fra stillestående vann ved ca. 12°C i løpet av et døgn (STRUHSAKER, ELDRIDGE og ECHEVERRIA 1974).

Som en videreføring av denne undersøkelsen må fordelingen av de utslupne hydrokarboner i vannmassene rundt Ekofisk klarlegges. Det er også ønskelig å ta prøver av marine organismer fra området og analysere for innhold av eventuelle hydrokarboner.

LITTERATUR

- BROCKSEN, R.W. and BAILEY, H.T. 1973. Respiratory response of juvenile Chinook Salmon and Striped Bass exposed to benzen, a water-soluble component of crude oil. Proc. of Joint Conf. on Prevention and Control of Oil Spills. Am. Petr. Inst. Washington D.C. : 783-791.
- GORDON, D.C., Jr. and PROUSE, N.J. 1973. The effects of three oils on marine phytoplankton photosynthesis. Mar. Biol., 22 : 329-333.
- MEDEIROS, G.C. and FARRINGRON, J.W. 1974. Idoe-5 intercalibration sample: Results of analysis after sixteen months storage. Marine Pollution Monitoring. Nat. Bur. Stand. (U.S.), Spec. Publ. 409 : 167-169.
- MORROW, J.E., GRITZ, R.L. and KIRTON, M.P. 1975. Effects of some components of crude oil on young Coho Salmon. Copeia 2 : 326-331.
- PICKERING, G.H. and HENDERSON, C. 1966. Acute foxicity of some important petrochemicals to fish. J. Water Pollution Control Fed., 38 (9) : 1419-1429.
- STRUHSAKER, J.W., ELDRIDGE, M.B. and ECHEVERRIA, T. 1974. Effects of benzene (a water-soluble component of crude oil) on eggs and larvae of pacific herring and northern anchory. Pollution and Physiology of Marine Organisms. Ed. Vernberg, F.J. and Vernberg, W.B. Academic Press N.Y. : 253-284.

FISKEN OG HAVET, SERIE B

Oversikt over tidligere artikler finnes i tidligere nr.

1976 Nr. 1 Svein Sundby.: Oseanografiske forhold i området
Malangsgrunnen - Fugløybanken - Tromsøflaket.
En oversikt.

1976 Nr. 2 Annon.: Fiskeressurser og oseanografiske forhold
utenfor kysten mellom Stad og Stord.