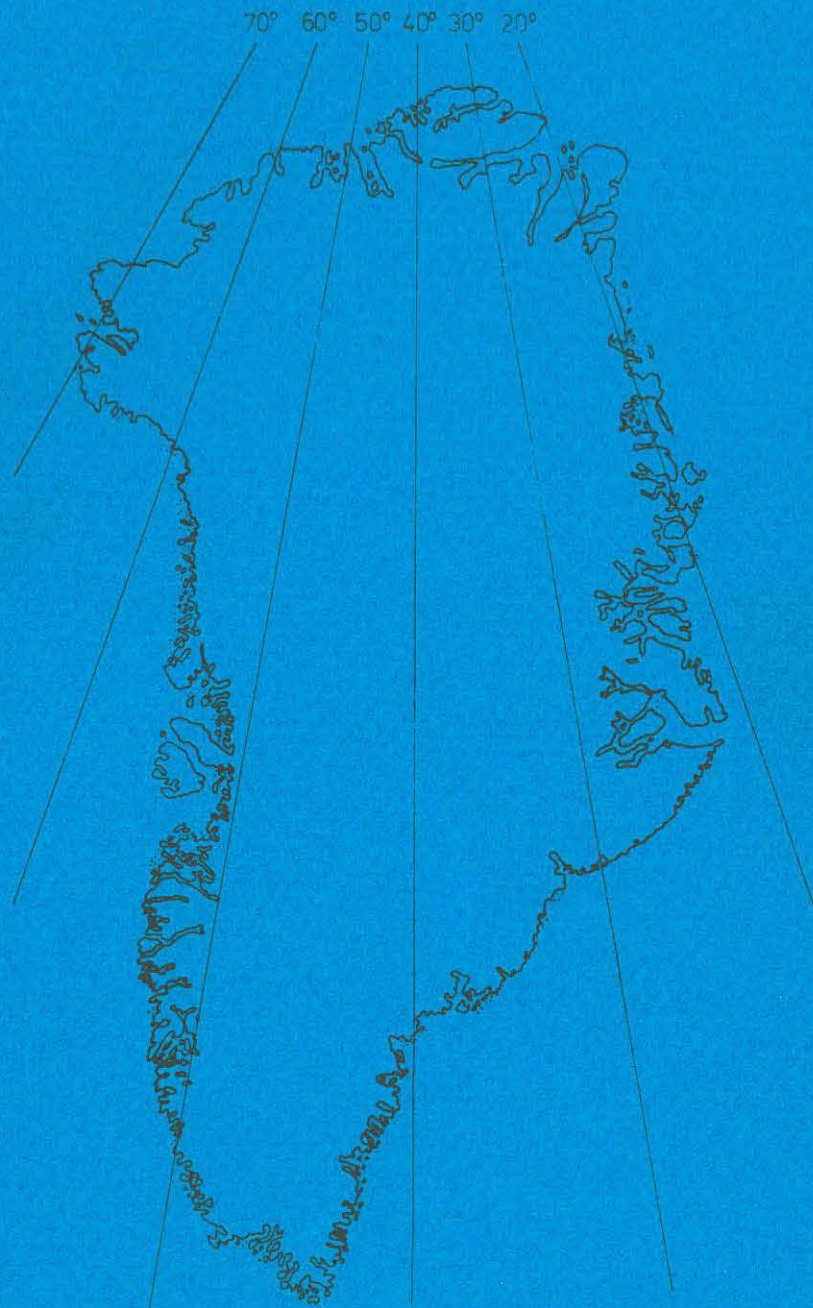


HYDROCARBONER I MARINE ORGANISMER OG SEDIMENTER VED VESTGRØNLAND



VANDKVALITETSIINSTITUTTET ATV
GRØNLANDS FISKERIUNDERSØGELSER

H Y D R O C A R B O N E R
I MARINE ORGANISMER OG SEDIMENTER
VED VESTGRØNLAND

RAPPORT TIL MINISTERIET FOR GRØNLAND

DECEMBER 1977

Vibeke B. Jensen & Nis Hansen
Vandkvalitetsinstituttet, ATV.
Agern Allé 11 - 2970 Hørsholm

og

Poul Johansen
Grønlands Fiskeriundersøgelser
Jægersborg Allé 1 B - 2920 Charlottenlund

INDHOLDSFORTEGNELSE

	S I D E
1. RESUME	3
1.1 DANSK RESUME	3
1.2 ENGELSK RESUME	5
2. BAGGRUND	7
2.1 UNDERSØGELSE SOMRÅDET	9
2.2 OLIE OG OLIEFORURENING	12
2.2.1 Petroleum hydrocarboner	12
2.2.2 Biogene hydrocarboner	17
2.2.3 Hydrocarboner i det marine miljø	18
2.3 ANALYSEMETODER TIL BESTEMMELSE AF OLIEKOMPONENTER	22
3. METODER	25
3.1 TOGTER OG PRØVEINDSAMLING	25
3.2 ANALYSEMETODER	26
4. RESULTATER	30
4.1 SEDIMENTER OG INVERTEBRATER	33
4.2 FISK	35
4.3 GASCHROMATOGRAFI/MASSESPEKTROMETRI	36

5.	DISKUSSION	39
5.1	INDSAMLINGSMETODER	40
5.2	ANALYSEMETODER	41
	5.2.1 Den anvendte analysemetode	41
	5.2.2 Andre analysemetoder	43
5.3	ANALYSEMATERIALE	45
	5.3.1 Sedimenter	45
	5.3.2 Marine organismer	46
	5.3.3 Vand	47
6.	REKOMMANDATIONER	48
7.	LITTERATURLISTE	49

BILAG

BILAG 1	STATIONSFORTEGNELSER
BILAG 2	ANALYSEFORSKRIFTER
BILAG 3	GASCHROMATOGRAMMER
BILAG 4	TABELLER OVER ANALYSERESULTATER

FIGURFORTEGNELSE

FIGUR 1	KONCESSIONSOMRÅDER FOR EFTERFORSKNING AF OLIE VED GRØNLANDS VESTKYST	8
FIGUR 2	DYBDEKORT FOR OMRÅDET VED VESTGRØNLAND	11
FIGUR 3	DEN ARKTISKE REGION I HAVET	12
FIGUR 4	HYDROCARBONER, SOM FOREKOMMER I PETROLEUM	14
FIGUR 5	EKSEMPLER PÅ "IKKE - HYDROCARBONER" SOM FOREKOMMER I PETROLEUM	15
FIGUR 6	STATIONSKORT FOR 1975	27
FIGUR 7	STATIONSKORT FOR 1976	28
FIGUR 8	MASSESPEKTRUM AF KOMPONENT (RETENDIONSINDEX 18.8) ISOLERET FRA RØDFISK <u>SEBASTES MARINUS</u>	37
FIGUR 9	MASSESPEKTRUM AF KOMPONENT (RETENTIONSINDEX 18.8) ISOLERET FRA LODDE <u>MALLOTUS VILLOSUS</u>	37
FIGUR 10	MASSESPEKTRUM AF KOMPONENT (RETENTIONSINDEX 26.0) ISOLERET FRA LODDE <u>MALLOTUS VILLOSUS</u>	37

TABELFORTEGNELSE

TABEL 1	OVERSIGT OVER GASCHROMATOGRAFISKE/ MASSESPEKTROMETRISKE ANALYSER	32
TABEL 2	PRISTAN, SQUALEN OG TOTAL HYDROCARBON- KONCENTRATION I SEDIMENTER OG INVERTEBRATER	34
TABEL 3	PRISTAN, SQUALEN OG TOTAL HYDROCARBON- KONCENTRATION I FISK	35

FORORD

Menneskets mere og mere intensive jagt på og udnyttelse af jordklodens ressourcer og dets mere og mere avancerede teknik har medført, at denne jagt nu har bredt sig til egne af kloden, som man tidligere anså for utilgængelige for en sådan udnyttelse. Blandt eksemplerne er efterforskningen af olie i de vestgrønlandske farvande, hvor en række selskaber i 1975 fik koncessioner til at efterforske og udnytte eventuelle olie- og gasforekomster.

Omend man i forskrifterne for og i udøvelsen og kontrollen af denne tekniske virksomhed har gjort og gør sit bedste for at forhindre en påvirkning af det marine miljø, så kan en påvirkning ikke med 100% sikkerhed udelukkes. Sideløbende med det vigtige forebyggende arbejde er der derfor også arbejdet med beredskabsplaner for eventuelle forureningssituationer. Man har endvidere erkendt nødvendigheden af at etablere en betydelig baggrundsviden om det marine miljø både i fysisk, kemisk og biologisk henseende. Ud fra denne viden vil man dels i konkrete situationer have bedre mulighed for at handle hurtigere og rigtigere end ellers, dels vil man med denne viden som baggrund være i stand til at spore og følge en eventuel indvirkning på miljøet af den tekniske aktivitet.

Miljøundersøgelserne foregår dels ved, at koncessionshaverne foretager en række undersøgelser dels ved, at staten selv gennem ministeriet for Grønland lader foretage en række undersøgelser. En række institutioner er involveret i disse undersøgelser. Som institution under ministeriet for Grønland er Grønlands Fiskeriundersøgelser overdraget ansvaret for de marinbiologiske miljøundersøgelser. Nærværende rapport omhandler en del af disse undersøgelser, nemlig undersøgelsen af det nuværende (naturlige) indhold af hydrocarboner i en række marine organismer og i havbundens øverste lag. En del af disse

resultater er iøvrigt allerede publiceret (Johansen, Jensen og Büchert, 1977). Rapporten har tilstræbt ikke blot at opremse aktivitet og analyseresultater, men også at give en bredere redegørelse for den kemiske sammensætning af hydrocarboner og for analysemetoder. Den er dermed nok blevet "tungere" end nødvendigt, men forhåbentlig samtidig mere forståelig for læsere med nogen, men ikke fuld faglig baggrundsviden.

Grønlands Fiskeriundersøgelser (GF) har ikke selv tilstrækkelig kapacitet og ekspertise til at udføre hele arbejdet selv, men engagerer og samarbejder med en række institutter og organisationer.

I det konkrete tilfælde har GF engageret og samarbejdet med Vandkvalitetsinstituttet (VKI) under Akademiet for de Tekniske Videnskaber. VKI har udført de fleste kemiske analyser. Massepektrometrisk analyse af nogle udvalgte prøver er velvilligst blevet foretaget af Statens Levnedsmiddelinstitut ved civ.ing. Arne Büchert. Velvillig rådgivning vedrørende analysemetodik er blevet ydet af John W. Farrington, Woods Hole Oceanographic Institution, USA.

Det af GF og VKI udførte arbejde, herunder togterne med GFs skib ADOLF JENSEN, er finansieret via ministeriet for Grønlands bevillinger. Desuden har havundersøgelsesskibet DANA, under fiskeriministeriet, medvirket ved indsamling af materiale i 1975.

Til alle, der har medvirket ved arbejdet, direkte engageret eller af ren faglig interesse, bringes en hjertelig tak for det gode samarbejde.

Svend Aage Horsted
Grønlands Fiskeriundersøgelser

1. RESUME

1.1 DANSK RESUME

I april 1975 uddelte Ministeriet for Grønland koncessioner til efterforskning og udnyttelse af olie i området ud for den vestgrønlandske kyst. I forbindelse hermed påbegyndtes samtidig omfattende målinger i det pågældende område.

Nærværende rapport omhandler undersøgelser, hvis formål har været at beskrive det nuværende niveau af såvel biogene som petroleum hydrocarboner i sedimenter, invertebrater og fisk.

Rapporten indeholder en generel omtale af såvel petroleum hydrocarboner som biogene hydrocarboner. Der er endvidere beskrevet analysemetoder til bestemmelse af hydrocarbonniveauet i marine områder, idet der særligt er lagt vægt på at beskrive den metode, som er benyttet ved undersøgelserne.

De opnåede resultater viser, at pristan (2,6,10,14-tetramethyl-pentadecan) og squalen (en ikke cyclisk dihydrotriterpen, $C_{30} H_{50}$) er hovedkomponenterne i det analyserede materiale. Også andre forgrenede og/eller umættede hydrocarboner optræder.

De fundne hydrocarbonkoncentrationer i sedimentprøverne er ekstremt lave i sammenligning med andre marine områder. Der er påvist en betydelig variation i forekomsten af de enkelte hydrocarboner i forskellige organismer, såvel mellem arterne som indenfor den enkelte art.

Der er i det grønlandske materiale udelukkende påvist og identificeret hydrocarboner, som kan stamme fra biosyntetiske processer.

De opnåede resultater kan derfor anses for sikre baggrunds-værdier for det naturlige biogene hydrocarbonniveau.

Den benyttede analysemetode har vist sig velegnet til bestemmelse af forekomst af hydrocarboner i det analyserede materiale. Metoden må desuden anses for velegnet til kontrol af en eventuel forurening med olie.

Ved vurdering af olieforurening er analyse af sedimentprøver særlig velegnet, men også analyse af marine organismer synes at kunne give oplysninger om eventuel olieforurening. Anvendelse af marine organismer ved olieforureningsstudier begrænses dog af, at petroleum hydrocarboner, der er optaget i organismerne, ofte hurtigt udskilles igen.

På baggrund af de opnåede resultater er der foreslået videre undersøgelser. Disse undersøgelser omfatter blandt andet udvikling af analyse og prøvetagningsteknik samt undersøgelser af variationer i det naturlige hydrocarbonniveau.

1.2 ENGELSK RESUME

In April 1975 the Ministry for Greenland issued petroleum exploration licences for an area off West Greenland. In the same year extensive studies in the area were initiated.

The aim of the present study was to describe the present level of biogenic and petroleum hydrocarbons in sediments, invertebrates and fish.

A general account on petroleum and biogenic hydrocarbons is given. Furthermore analytical procedures for estimating the hydrocarbon level in the marine environment are described.

Isolation and identification of the hydrocarbons showed that pristane (2,6,10,14-tetramethyl pentadecane) and squalene (a non-cyclic dihydrotriterpene, $C_{30}H_{50}$) were the main components in the analytical material. Also other branched and/or unsaturated hydrocarbons were found.

In general the hydrocarbon concentration in sediments off West Greenland is found to be extremely low compared to other areas. Considerable variation of the concentration of biogenic hydrocarbons in the organisms is apparent. It is concluded that at present the marine environment off West Greenland is unloaded with petroleum hydrocarbons and that the results obtained represent the "natural" biogenic hydrocarbon level.

The analytical procedure used was found suitable for estimating the hydrocarbons in the analytical material and seems to be applicable for controlling petroleum contamination.

In the evaluation of oil pollution sediment analyses have been found very useful. Analytical estimations on marine organisms may also give information about oil pollution. However, the use of marine organisms as indicators for oil pollution is limited by the fact that petroleum hydrocarbons taken up by the organisms are often readily released.

Based on the results obtained further studies are suggested, e.g. the development of techniques for collection of samples and of analytical procedures. Also examinations of the variations of the natural hydrocarbon level are suggested.

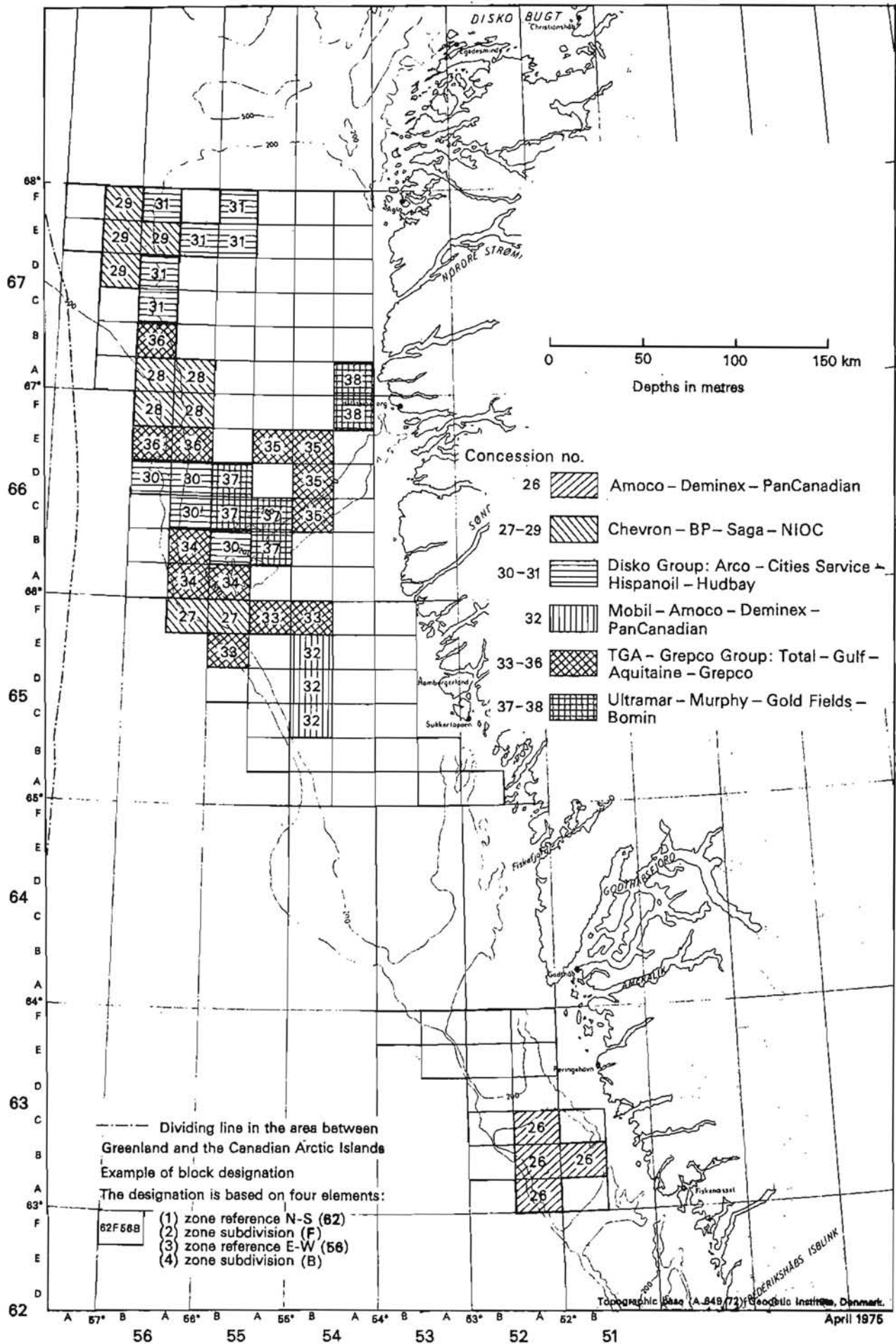
2. BAGGRUND

I april 1975 uddelte ministeriet for Grønland koncessioner til efterforskning og udnyttelse af olie i områder ud for den vestgrønlandske kyst, se figur 1. I 1976 fandt den første boring sted i området og i 1977 fulgte endnu fire borer. I de kommende år forventes yderligere en række efterforskningsboringer i koncessionsområdet. Denne aktivitet indebærer en risiko for olieforurening af miljøet, og på denne baggrund er der iværksat en række undersøgelser af havområdet ved Vestgrønland.

Undersøgelserne startede i 1975 og fortsatte i 1976 og 1977. De omfatter målinger af meteorologiske, hydrografiske, biologiske og kemiske forhold og udføres af en række danske og udenlandske institutter. I nærværende rapport omtales kun kemiske undersøgelser, som udføres i et samarbejde mellem Vandkvalitetsinstituttet og Grønlands Fiskeriundersøgelser.

Det marine miljø har et naturligt indhold af biogene hydrocarboner, som eventuelt overlejres af petroleum hydrocarboner tilført ved forurening eller ved naturlig udsivning af olie. I dette arbejde er det forsøgt at beskrive koncessionsområdets nuværende niveau af såvel biogene som petroleum hydrocarboner. Det har været formålet at gøre beskrivelsen så omfattende som mulig, idet der er bestemt hydrocarbonindhold i forskelligt materiale, så som sedimenter, invertebrater og fisk.

Det blev anset for specielt betydningsfuldt at inddrage kommercielt vigtige fiskearter samt dybvandsrejen i de her rapporterede baggrundsanalyser, idet eventuel hydrocarbonkontaminering af disse arter i forbindelse med et oliespild kan få en direkte virkning på fiskeriet, f.eks. ved at hydrocarbonerne giver afsmag.



Figur 1. Koncessionsområder for efterforskning af olie ved Grønlands vestkyst.

Havvandsanalyser er hidtil ikke indgået i undersøgelserne, men det er tanken at inddrage vandanalyser på et senere tidspunkt.

Generelt har hovedformålet med de her beskrevne undersøgelser været at opnå en viden, som kan anvendes ved vurdering af en eventuel olieforurening og de heraf følgende virkninger.

En del af analyseresultaterne er tidligere publiceret følgende steder:

"Organiska Miljögifter i Vatten".

Tolftte Nordiska symposiet om Vatten-
forskning, Visby 1976 /1/.

"Lipids of Marine Organisms"

American Oil Chemists' Society, New York 1977 /2/.

International Council for the Exploration of the Sea,
Reykjavik (ICES 1977/E : 21) 1977 /3/.

Technical Report No. 729 of Fisheries and Marine Service,
Department of Fisheries and the Environment, Canada 1977 /4/.

2.1 UNDERSØGELSESOMRÅDET

Her skal kun gives en kortfattet beskrivelse af undersøgelses-
området. En mere omfattende beskrivelse findes i Danmarks
Natur, bind 10, Grønland og Færøerne, Politikens Forlag 1971.

Undersøgelserne har primært koncentreret sig om det vestgrønlandske havområde mellem 65°N og 68°N , hvor de fleste koncessionsblokke er placeret, jfr. figur 1. Dette område består af 3 hoveddele, nemlig 1) Lille Hellefiskebanke, 2) Store Hellefiskebanke og 3) Holsteinsborgdybet, som skærer sig ind mellem de to banker. Figur 2 viser dybdeforholdene i det nævnte område, og det fremgår, at disse er meget varierende: fra mindre end 50 m dybde på store områder af Store Hellefiskebanke til flere hundrede meter i Holsteinsborgdybet og på bankernes skrånninger.

Geografisk/klimatisk set tilhører undersøgelsesområdet den lavarktiske zone, hvis udstrækning sammen med den højarktiske zone er vist på figur 3.

Undersøgelsesområdet er desuden karakteriseret ved at indeholde vigtige områder for fiskeriet. Det gælder især for det nationale og internationale udenskærs rejefiskeri, som siden 1975 har været under kraftig udvikling vest for Store Hellefiskebanke og omkring Holsteinsborgdybet. Undersøgelsesområdet var også vigtigt for torskefiskeriet i 1960'erne og indeholder områder af betydning for laksefiskeriet. Der findes i området fiskearter, f. eks. tobis, som ikke udnyttes i dag, men som senere kan få erhvervsmæssig betydning. Derudover findes en række fiskearter (hellefisk, rød fisk, havkat o.a.) der indgår som bifangst i rejefiskeriet. Endelig rummer området betydningsfulde trækveje og opholdssteder for flere arter havfugle og havpattedyr. Se iøvrigt /5/.

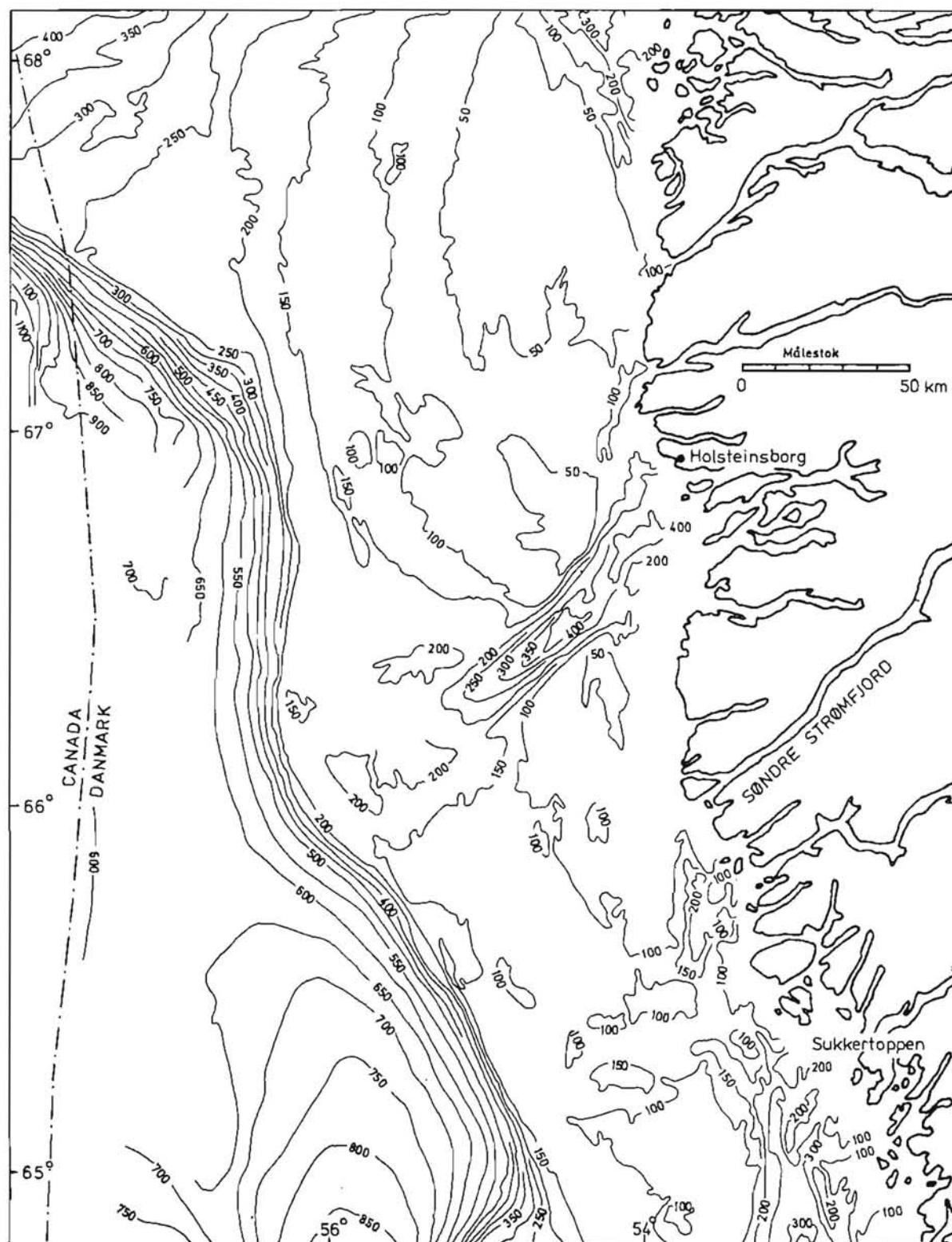


Fig. 2. Dybdekort for området ved Vestgrønland mellem ca. 65°N og 68°N.



Figur 3. Den arktiske region i havet. Den lavarktiske zone (prikket) er karakteriseret ved at have en middeltemperatur, der er mindre end 10°C i overfladen for den varmeste måned. Vandet i den lavarktiske zone består af en blanding af vand fra polbassinet og fra Atlanten (Golfstrømmen). Den højarktiske zone er nord for den lavarktiske. Den højarktiske zones vand stammer fra polbassinet /5/.

2.2 OLIE OG OLIEFORURENING

Hydrocarboner kan efter deres oprindelse enten betragtes som petroleum hydrocarboner eller biogene hydrocarboner. Biogene hydrocarboner dannes i forskellige levende organismer, mens petroleum hydrocarboner er omdannede organiske forbindelser af høj alder. I det følgende skal såvel petroleum hydrocarboner som biogene hydrocarboner omtales nærmere.

2.2.1 Petroleum hydrocarboner

Ordet petroleum stammer fra latin, *petra oleum*, klippeolie. Petroleum anvendes synonymt med mineralolie, råolie (crude oil) eller olie, selv om der er mange andre typer olie, som ikke er af fossil oprindelse og iøvrigt forskellige fra råolier. Se f.eks. /6, 7 og 8/.

Råolie varierer i kemisk sammensætning, farve, viskositet, vægtfylde og andre fysiske egenskaber, afhængigt af kilden. Farven varierer fra lys gulbrun til sort, og viskositeten fra vandlignende til næsten fast stof. For det meste ligger vægtfylden mellem 0,74 og 0,95.

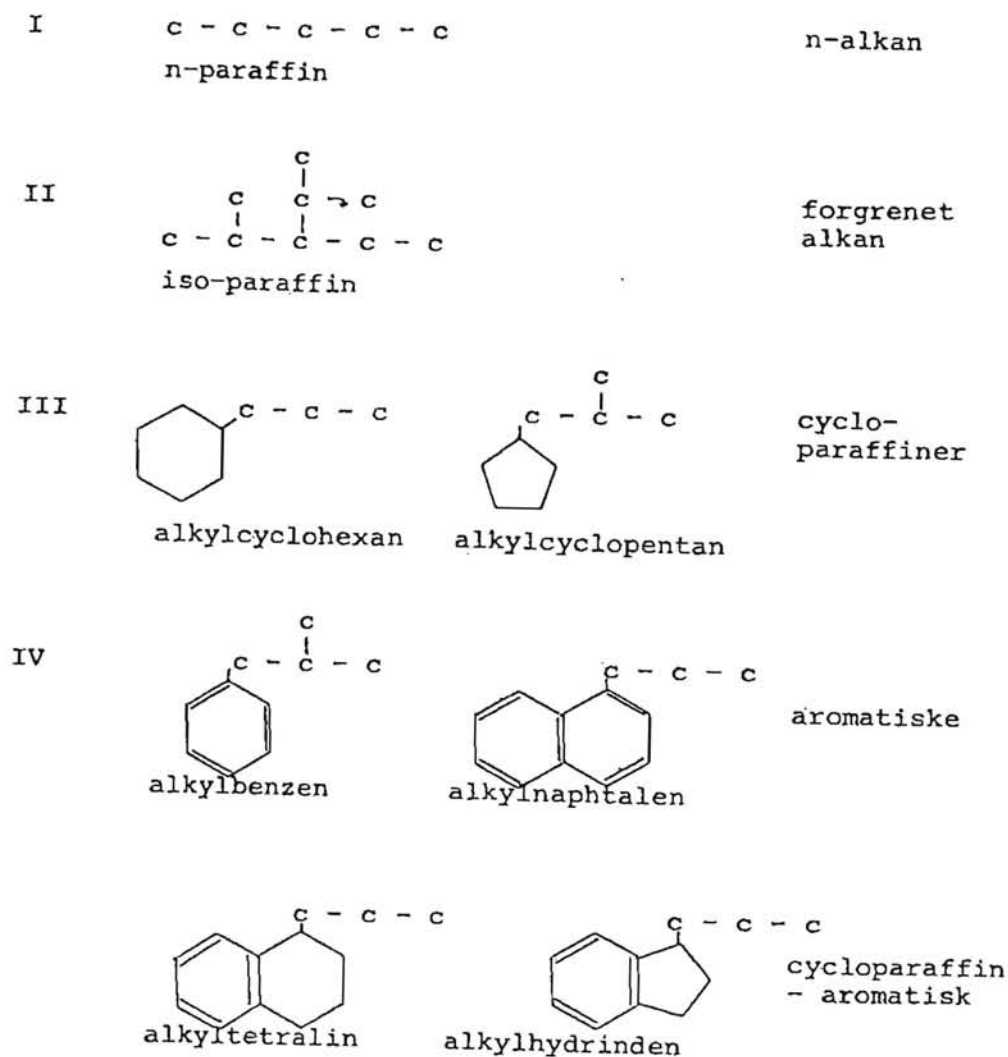
Råolie er en yderst kompliceret blanding af organiske forbindelser. Flere hundrede enkelte komponenter er blevet identificeret. De fleste af disse komponenter er hydrocarboner.

Hydrocarbonerne kan efter deres kemiske struktur inddeles i følgende hovedgrupper:

- I alkaner med lige kæde
- II alkaner med forgrenet kulstofkæde
- III cycloalkaner og
- IV aromatiske forbindelser

Alkener forekommer kun i ringe omfang. Kombinationer af såvel uforgrenede som forgrenede alkaner med enten cycloalkaner eller aromatiske forbindelser og af cycloalkaner og aromatiske hydrocarboner er utallige. Alkaner med en lige kæde (n-paraffiner) er rigeligst repræsenteret. Forgrenede alkaner (iso-paraffiner) forekommer i faldende mængde med stigende antal af forgreninger.

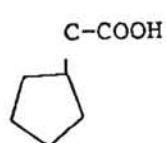
Cycloparaffiner eller naphtener indeholder sædvanligvis en cyclopentan- eller en cyclohexan-ring. Alkylsubstituerede, bicycliske og polycycliske naphtener forekommer ligededs i petroleum.



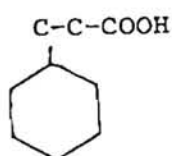
Figur 4. Hydrocarboner, som forekommer i petroleum.

Den aromatiske del af råolie er sædvanligvis mindre end paraf-indelen. De aromatiske forbindelser består fortrinsvis af en ring, eventuelt flere ringe, med forskellige alkylsubstitutter. Forbindelser som tetralin, hvor den ene ring er aromatisk, og en anden er en cycloparaffin, forekommer også. Eksempler på hydrocarboner i petroleum er vist i figur 4.

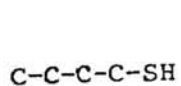
Eksempler på andre i råolie forekommende forbindelser, der ikke er hydrocarboner. d.v.s. indeholder andet end C og H, er vist i figur 5.



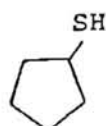
Naphtensyrer



Phenol



Alkylthiol



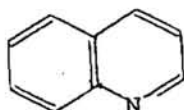
Cycloalkylthiol



Thiophen



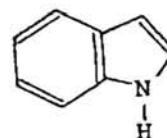
Pyridin



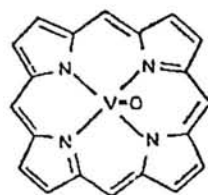
Quinolin



Pyrrol



Indol



Metalporphyrin

Figur 5. Eksempler på "ikke-hydrocarboner", som forekommer i petroleum.

De oxygenholdige forbindelser er fortrinsvis syrer samt enkelte phenoler. Naphtensyrerne er de oxygenholdige komponenter, som forekommer rigeligst i råolie. Også mange svovlforbindelser som alkylthioler, cycloalkylthioler og alkylthiophener findes. Nitrogen forekommer i hetero-cycliske forbindelser som pyridiner, quinoliner, indoler, pyrroler og porphyriner. Porphyrinringen kan indeholde metal (chelate), fortrinsvis nikkel og vanadin.

Raffineret olie

Råolien adskilles ved raffinering i fraktioner svarende til bestemte kogepunktsintervaller. De væsentligste fraktioner er:

petroleumsether	kogepunkt	20-60°
lingroin ("light naphta")	-	60-120°
benzin ("gasolin")	-	40-205°
petroleum ("kerosin")	-	175-325°
gasolie	-	over 275°
smøreolie		
asphalt		
brændselsolie ("residual fuel oil").		

Disse fraktioner kan yderligere inddeles i grupper, f.eks. "gasolin" i "light gasolin" og "heavy gasolin".

Sammensætningen af disse fraktioner er afhængig af den olie, som raffineres.

Klassifikation af råolie

Råolie klassificeres efter fysiske egenskaber eller kemisk sammensætning.

Råolie med lav vægtfylde (ca. 0,75) betegnes som "light oil", mens råolie med en vægtfylde nær 1,0 betegnes som "heavy oil". "Light oil" indeholder forholdsvis mere af de lavt kogende fraktioner end "heavy oil", som har et procentvis større indhold af de højt kogende fraktioner samt asphalt.

Klassifikation efter kemisk sammensætning er baseret på de relative mængder af paraffiner, naphtener, aromatiske forbindelser m.m. Almindeligvis er betegnelserne:

- paraffinisk
- naphtenisk
- asphaltisk
- paraffinisk-naphtenisk
- paraffinisk-naphtenisk-aromatisk
- naphtenisk-aromatisk
- naphtenisk-aromatisk-asphaltisk og
- aromatisk-asphaltisk.

Råolie klassificeres også efter svovlindhold som "high" eller "low" svovlolie.

2.2.2 Biogene hydrocarboner

Marine organismer syntetiserer hydrocarboner /6, 9 - 16/. Den nuværende viden om biosyntetisk produktion af hydrocarboner viser, at n-alkaner, forgrenede alkaner og n-alkener hyppigt dannes, mens man intet sikkert kendskab har til biosyntetisk produktion af andre typer hydrocarboner (cycloalkaner, cycloalkener, aromatiske hydrocarboner).

I mange tilfælde er en eller to n-alkaner med et ulige antal kulstofatomer dominerende. Blandt de forgrenede hydrocarboner er pristan (2,6,10,14-tetramethylpentadecan) dominerende og påvist i et stort antal fisk og andre dyr. Alkener udgør som nævnt ofte hovedparten af de hydrocarboner, som er

påvist i marine organismer. Et eksempel er squalen (en ikke cyclisk dihydrotriterpen, $C_{30}H_{50}$), som især findes i leveren hos mange fiskearter. C_{19} og C_{20} , isoprenoide, mono-, di- og tri-alkener findes i copepoder og forskellige fiskearter. Endvidere er betydelige mængder af ligekædede mono- til hexa- umættede hydrocarboner påvist i marine organismer. Det er antydnet, at polycycliske, aromatiske hydrocarboner kan syntetiseres af marine mikroorganismer, men indtil nu er aromatiske hydrocarboner kun påvist i ekstremt lave koncentrationer, almindeligvis i mindre end en procent af den totale mængde hydrocarboner i marine organismer.

Det skal dog bemærkes, at det er et begrænset antal marine arter fra relativt få geografiske områder, der indtil nu er blevet analyseret for "naturligt" indhold af hydrocarboner. Endvidere er mange af undersøgelserne udført med analyseteknik, som ofte kun detekterer enkelte udvalgte hydrocarboner, sædvanligvis alkaner og alkener. Andre hydrocarboner kan være mere dominerende i naturen end de hidtil udførte undersøgelser antyder.

2.2.3 Hydrocarboner i det marine miljø

Kilder

Hydrocarboner i det marine miljø stammer fra forskellige kilder, som f.eks. biosyntetisk produktion af levende organismer i havet og tilførsel af råolie eller råolieprodukter/6-9, 13-29/.

Tilførsel af råolie eller råolieprodukter sker ved afstrømning fra land, nedfæld fra atmosfæren og utilsigtet eller tilsigtet udslip ved produktion, transport og anvendelse af olie.

Desuden kan der ved geokemiske processer, f.eks. ved naturlig udsivning af olie tilføres hydrocarboner til det marine miljø. Biosyntetiske og geokemiske processer bidrager til den natur-

lige mængde af hydrocarboner, mens den resterende del tilføres ved forurening. Observation af det naturlige niveau samt dets variation er derfor en nødvendig forudsætning for at kunne vurdere omfanget af en eventuel forurening.

Omdannelse

Så snart olie tilføres havet, f.eks. ved et oliespild, vil der ske ændringer af olien, forårsaget af fysiske, kemiske og mikrobielle processer.

Fysiske ændringer

Den hastighed, hvormed spredningen af olie sker, afhænger af en lang række faktorer som f.eks. vindhastighed, bølgestørrelse, temperatur, vanddybde og vandstrømme samt art og mængde af olien.

Når olien ved spredningen kommer i kontakt med vandet, vil polære komponenter (f.eks. phenoler og naphtensyrer) opløses og derved fjernes fra olien. Det gælder også hydrocarboner med lav molekylvægt, der er noget opløselige i vand. Flygtige komponenter vil fordampe. Disse processer betegnes "weathering". Som regel foregår disse processer meget hurtigere end den mikrobielle nedbrydning.

Udover fordampning og opløsning foregår der dannelse af såvel olie i vandemulsioner som vand i olieemulsioner. Desuden bindes olie til partikler som senere kan sedimenteres på havbunden.

Kemiske ændringer

Foruden de nævnte fysiske processer sker der såvel auto-oxidation som fotooxidation af olien. Sollys initierer frie radikalreaktioner, som omdanner hydrocarbonerne til hydroperoxider. Disse peroxider omdannes videre til alkoholer, syrer og andre oxygenholdige forbindelser. Desuden dannes polymerisationsprodukter ("tar") af de delvist oxiderede hydrocarboner.

Auto- og fotooxidationens omfang afhænger af temperatur, sollysintensiteten samt fysiske faktorer som f.eks. emulsionsdannelse; olie i emulsioner og tynde film oxideres lettere end større, sammenhængende olieforekomster. Visse metalforbindelser (f.eks. vanadin porphyriner) katalyserer autooxidation, mens svovlforbindelser retarderer reaktionen. Det skal bemærkes, at autooxidation normalt ikke er en hovedfaktor ved elimination af olie fra havet.

Bionedbrydning

Mikrobiel nedbrydning af petroleum synes at være den naturlige proces, hvorved olie fortrinsvis elimineres /6, 8, 30-40/.

Adskillige mikroorganismer (bakterier, gærarter, svampe) kan udnytte hydrocarboner. Under gunstige forhold vil størstedelen af en råolie kunne nedbrydes. Bionedbrydningen synes aldrig at være fuldstændig. n-alkaner nedbrydes forholdsvis let, mens forgrenede alkaner, cycloalkaner og aromatiske forbindelser er vanskeligere at nedbryde.

Komponenter som phenol og cyclohexan, der er toksiske over for mange mikroorganismer, kan - såfremt deres koncentration i olien er høj - hæmme den mikrobielle nedbrydning.

Bionedbrydningen i havvand synes især at være afhængig af følgende faktorer:

antal og art af tilstedeværende mikroorganismer
iltindhold
temperatur
saltholdighed
pH
koncentration af næringssalte (f.eks. kvælstof- og phosphor-
forbindelser).

Af mikroorganismer, der er i stand til at nedbryde råolie, er bakterierne af langt størst betydning, medens bionedbrydning forårsaget af andre mikroorganismer kun synes at finde sted i ringe omfang. Der er stor forskel på, hvor stor en del af de i vandet værende mikroorganismer, som er i stand til at nedbryde råolie. Olieoxiderende bakterier er rigt repræsenteret i olieforurenede områder. Nogle forfattere finder således, at indtil 50% af det totale antal bakterier sådanne steder er i stand til at oxidere olie. Et arbejde angiver antal af mikroorganismer i olieforurenede områder til mellem 10^5 og 10^8 /ml, hvilket indikerer en høj grad af "selv-rensnings" ved olieforurening.

Selv om anaerob olienedbrydning kan forekomme, synes ilt at være nødvendig, hvis hurtig omsætning skal kunne finde sted. I områder, hvor intensiv olieforurening forekommer, kan ilt være den begrænsende faktor, særligt i bundnære vandmasser og sediment samt i områder, hvor ilttilførslen er ringe.

Olienedbrydningen vil som tidligere nævnt fremmes af olie i vandemulsioner, som øger overfladearealet, ligesom tynde oliefilm og spredt olie er mere modtagelig for mikrobiel nedbrydning end tykke, sammenhængende olielag.

Den hastighed, hvormed bionedbrydningen af olie sker, er temperaturafhængig. Ved forskellige temperaturer har faktorer som saltholdighed, pH og næringssaltindhold varierende betydning for den mikrobielle nedbrydning. Hydro-

carbonnedbrydningen kan være op til 10-20 gange hurtigere ved 25°C end ved 5°C. Nogle forfattere finder således en hurtigere omsætning af olie ved temperaturer på 20°C og 25°C end ved lave temperaturer (under 5°C). Det er dog bevist, at bionedbrydning af olie foregår selv ved temperaturer under 0°C. Foruden den langsomme nedbrydning ved lav temperatur synes den tid ("lag"periode), der forløber, inden bionedbrydningen kommer i gang, også at være betydeligt øget. Sandsynligvis kan dette forklares ved, at toksiske, flygtige komponenter i råolien kun langsomt fordamper ved lav temperatur.

Ved mikrobiel aktivitet er tilstedeværelse af essentielle makro- og mikronæringsstoffer (kvælstof, svovl, magnesium, jern o.s.v.) absolut nødvendig. Blandt disse stoffer er det almindeligt antaget, at kvælstof og phosphor ofte er begrænsende for bionedbrydning af olie i havvand. I overensstemmelse hermed omtaler flere forfattere øget nedbrydning ved tilsætning af nitrat eller ammoniak og fosphat.

2.3 ANALYSEMETODER TIL BESTEMMELSE AF OLIEKOMPONENTER

Generelt kan anføres, at der til kontrol af forureningskomponenter hører detektion, identifikation og kvantitering af disse komponenter. I den forbindelse viser sig ofte adskillige vanskeligheder som f.eks. tilstedeværelsen af uhyre ringe stofmængder samt interfererende stoffer, og identifikation af specifikke komponenter i en kompleks blanding. Der er endvidere problemer som f.eks. stoftab under analysen eller kontaminering af prøvematerialet. Samtlige vanskeligheder synes at være tilstede, når det drejer sig om forurening med hydrocarboner, både ved akutte og kroniske oliespild samt ved baggrundsundersøgelser inden forurening /6, 8, 41-61/.

De fleste analytiske metoder, som er omtalt i litteraturen, involverer en eller flere former for chromatografi og/eller spektrometri. Gaschromatografi er mest benyttet, når det drejer sig om analyse af hydrocarboner i såvel havvand som marine organismer. Gaschromatografi er begrænset ved, at metoden ikke medbestemmer højt kogende hydrocarboner med høj molekylvægt, som kan være til stede i betydelig mængde ved oliespild.

Væskechromatografi anvendes under forskellige former. Søjlechromatografi har ofte været anvendt til oprensningsprocedurer. I sammenligning med andre chromatografiformer separeres hydrocarbonerne dårligt, hvilket begrænser søjlechromatografiens anvendelse. Tyndtlagschromatografi har den fordel, at apparaturet er forholdsvis billigt. Oftest er tyndtlagschromatografien kun kvalitativ, eventuelt anvendes den til adskillelse af specielle hydrocarboner fra øvrige hydrocarboner inden kvantitering med andre, bedre egnede metoder. Højtryksvæskechromatografi benyttes i stigende grad, idet der opnås en lige så god separation som ved gaschromatografi.

Spektrometriske metoder anvendes enten alene eller som et supplement til en chromatografisk bestemmelse af hydrocarbonerne. Spektrometri omfatter såvel kvantitative som kvalitative bestemmelser.

Fluorescensspektre har vist sig anvendelige til analyse af råolie og raffinerede olier, men er i almindelighed begrænset til aromatiske forbindelser, som er de eneste fluorescerende komponenter. Infrarød absorption ("finger-print"-analyse) er blevet anvendt til at differentiere olietyper eller til bestemmelse af den totale oliemængde på basis af visse almindelige absorptionsbånd. Masse-spektrometri er velegnet til identifikation af specifikke hydrocarboner.

Ved olieforurening synes der behov for bestemmelse af både det totale hydrocarbonniveau og de enkelte

hydrocarboners koncentration. Menneskets sanser (lugt og smag) kan registrere overraskende lave koncentrationer af olie. F.eks. kan lugt påvise 0,005 ppm (mg/l) olie i koldt vand; ved koncentrationer over 0,01 mg/l er lugten kraftig.

Af samtlige metoder er gaschromatografi i forbindelse med passende valgte oprensningsprocedurer den teknik, som giver den største mængde informationer om, hvilke typer hydrocarboner, der forekommer i prøvematerialet. Gaschromatografien har yderligere den fordel, at den er forholdsvis hurtig og anvendelig selv med begrænset mængde prøvemateriale. Som følge heraf er det besluttet at anvende en gaschromatografisk metode i forbindelse med den aktuelle undersøgelse vedrørende hydrocarbonsniveauet i biologisk materiale og sediment fra Grønland. Denne teknik skal derfor beskrives nærmere i det følgende.

Gaschromatografi

Ved gaschromatografi injiceres en prøvemængde på 1-10 µl af et ekstrakt i en gasstrøm, som bringer prøven ind i en kolonne. Denne indeholder et materiale, som tilbageholder nogle komponenter i længere tid end andre. Prøven forlader kolonnen som en række adskilte eller delvis adskilte komponenter, som registreres af en detektor. Den rækkefølge, hvormed komponenterne forlader kolonnen, beror på deres kemiske og fysiske egenskaber og på valget af kolonnemateriale. I de almindeligst anvendte metoder til undersøgelser af hydrocarboner er kolonnematerialet valgt således, at komponenterne tidsmæssigt passerer kolonnen i en rækkefølge, som svarer til kogepunkterne. Prøvens komponenter må nødvendigvis have et damptryk ved den benyttede kolonne-temperatur, således at de kan transporteres af en gasstrøm. Det er damptrykkets størrelse, som sætter den øvre grænse for gaschromatografien. Komponenter med et kogepunkt over 500-600°C kan ikke passere kolonnen.

Gaschromatografi er som tidligere omtalt en meget effektiv metode til at adskille komponenter, som kan bringes på dampform. Gaschromatografi i kombination med massespektrometri giver mulighed for en hurtig og i mange tilfælde entydig identifikation. Ved massefragmentografi benyttes massespektrometret som detektor for gaschromatografen, og metoden muliggør kvantitativ analyse af udvalgte komponenter, som er til stede i forholdsvis ringe mængde.

Endelig skal det nævnes, at atomabsorption, neutronaktiveringsanalyse og røntgenfluorescens kan anvendes, såfremt der ønskes bestemmelse af indhold af uorganiske sporelementer, som findes i petroleum.

3. METODER

3.1 TOGTER OG PRØVEINDSAMLING

Indsamling af prøver til hydrocarbonanalyse blev i 1975 foretaget fra DANA i perioden 28. juli til 13. august og i 1976 fra ADOLF JENSEN i perioden 21. til 28. august.

Blæksprutterne stammer ikke fra ovennævnte togter, men er indsamlet fra ADOLF JENSEN i perioden 6. til 28. juli 1976 under udførelse af andre arbejdsopgaver.

Sedimentprøver blev udtaget med bundhentere ($0,1^2$ van Veen, trekantskraber o.a.), idet der ikke blev gjort forsøg på at indsamle et bestemt lag af sedimentet; samtlige prøver er dog udtaget af bundmateriale fra de øverste ca. 30 cm af havbunden. Prøver af invertebrater og visse fiskeprøver blev udtaget uden præparation i felten, mens andre fiskeprøver (muskel og lever) blev udskåret i felten.

Alle prøver blev dybfrosset umiddelbart efter udtagningen. De fleste prøver blev opbevaret i glas med plasticlåg.

For at undgå kontaminering fra plasticlåget blev aluminiumsfolie anbragt mellem glassets kant og låget. Enkelte prøver (hele fisk) blev opbevaret i plasticposer. Det materiale, som blev analyseret, havde ikke været i kontakt med plasticposen og var derfor ikke kontamineret af denne. Prøverne forblev i dybfrost, indtil præparationen på Vandkvalitetsinstituttets laboratorium i Hørsholm blev indledt. I forbindelse med prøveindsamlingen blev det forsøgt at undgå kontaminering af prøverne. For eksempel standsedes udledningen af lense- og kølevand under prøvetagningen og redskaber som bundhenter og knive blev rensset i acetone før brugen.

Fortegnelse over stationsnumre samt positioner for disse m.v. findes i bilag 1. Se desuden figur 6 og 7.

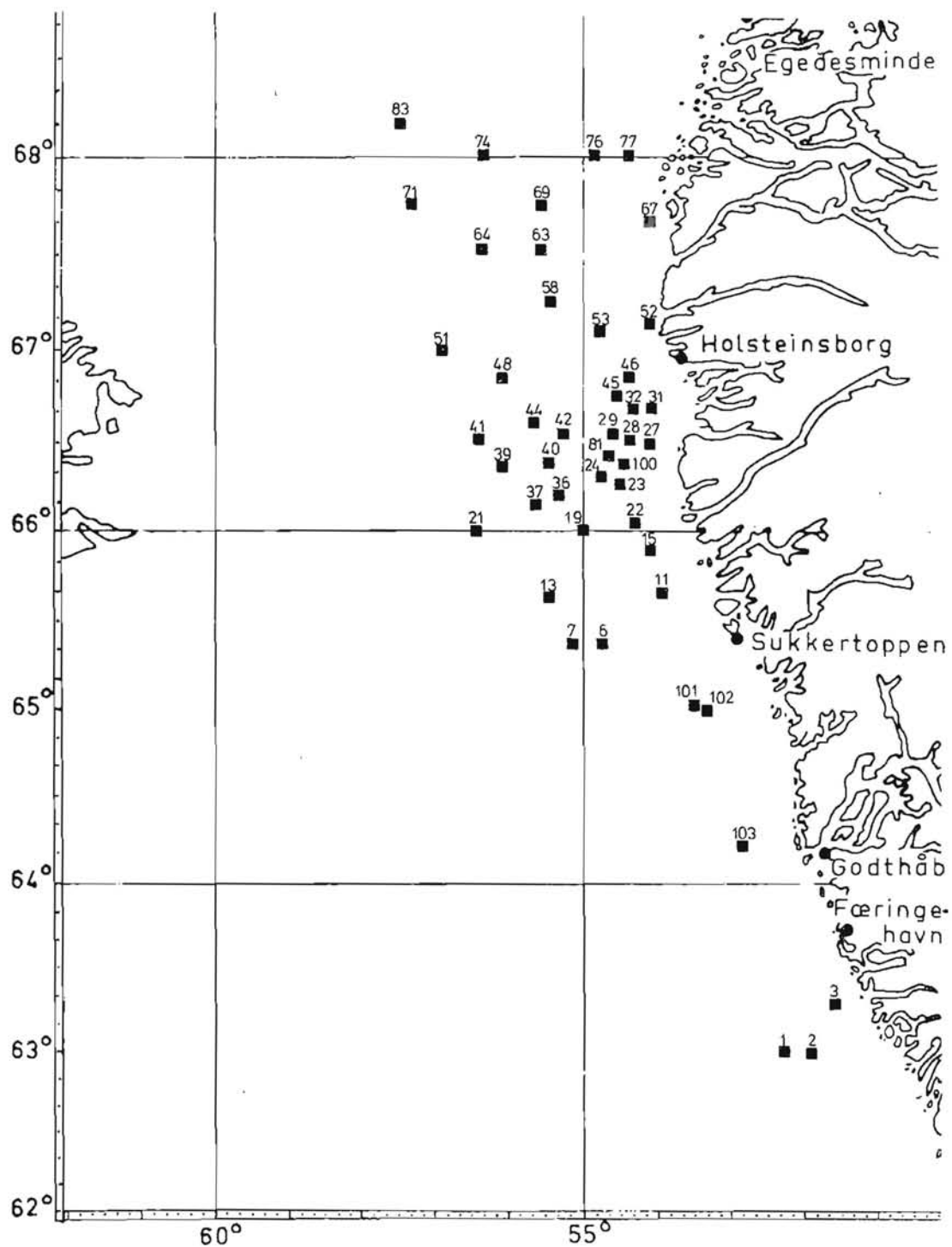
3.2 ANALYSEMETODER

Den i nærværende arbejde anvendte bestemmelse af hydrocarbonindhold bygger på analysemetodik udviklet af Farrington /41, 42/. Detaljeret analyseforskrift findes i bilag 2.

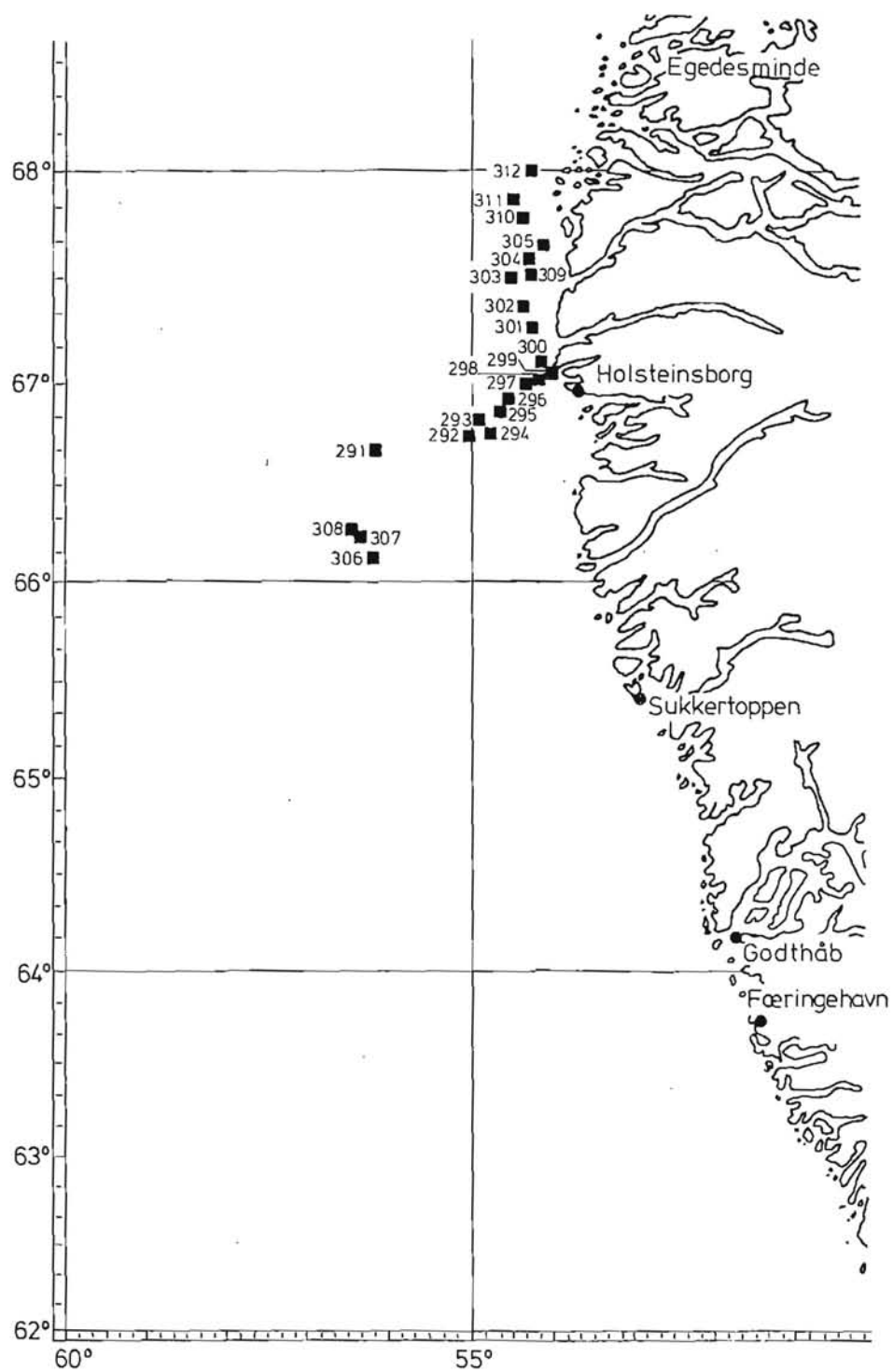
Analysemetoden involverer følgende trin:

A. Oprensning og opkoncentrering

1. homogenisering i blender
2. forsæbning af prøvematerialet
3. eventuel filtrering, hvis fast materiale (f.eks. sediment eller skaller) findes
4. ekstraktion af hydrocarboner samt andre pentan-ekstraherbare stoffer
5. opkoncentrering under reduceret tryk
6. rensning af ekstraktet ved søjlechromatografi
7. opkoncentrering af eluatet.



Figur 6. Stationskort for 1975.



Figur 7. Stationskort for 1976.

(291 ~ 5291, 292 ~ 5292 o.s.v.)

B. Gaschromatografi, herunder detektion og kvantitering.

C. Evt. massespektrometrisk analyse af enkelte udvalgte komponenter ved Statens Levnedsmiddelinstitut.

Ved metoden bestemmes forekomst af hydrocarboner med fra ca. 12 til ca. 36 kulstofatomer i molekylet. Detektionsgrænsen for de enkelte hydrocarboner er ved analyse af lipidfattigt materiale (f.eks. sedimenter) ca. 0,01 µg/g og for lipidrigt materiale (f.eks. levervæv), 0,1 µg/g. Se iøvrigt afsnit 4.

Detektionsgrænsen afhænger af analysematerialets lipidindhold, idet interfererende lipider, der fjernes ved oprensningsproceduren, er medbestemmende for udgangsmaterialets størrelse og dermed detektionsgrænsen.

Da lipidniveauet i prøvematerialet har betydning for, i hvilken grad hydrocarboner kan akkumuleres, er der i nogle tilfælde udført en gravimetrisk lipidbestemmelse. Hydrocarbonkoncentrationerne kan derved beregnes dels på basis af våd vægt, dels på basis af lipidindhold. I andre tilfælde, for eksempel ved sedimentprøver, er der udført en tørvægtsbestemmelse, hvilket muliggør angivelse af koncentrationer på tørvægtsbasis. Endelig er der på nogle sedimentprøver bestemt et glødetab, som giver et skøn over total organisk indhold.

Analyseforskriften til bestemmelse af lipid, tørvægt og glødetab findes i bilag 2.

Den benyttede analysemetode til bestemmelse af hydrocarbonindholdet har vist sig særdeles anvendelig ved bestemmelse af biogene hydrocarboner i såvel sediment som biologisk materiale. Det har således været muligt at detektere naturlig forekomst af hydrocarboner i en lang række organismer og sedimenter, hvor niveauet har vist sig at være ekstremt lavt. Analyseteknikken er i 1977 yderligere søgt forbedret ved installation af kapillærkolonneteknik med anvendelse af

splitless injektionsteknik. Derved opnås en bedre gaschromatografisk adskillelse af de enkelte hydrocarboner end ved almindeligt anvendte kolonner.

Endelig skal det nævnes, at Statens Levnedsmiddelinstitut ved civ.ing. Arne Büchert har ydet massespektrometrisk bistand, der har gjort det muligt at identificere flere af de hydrocarboner, som er påvist i det indsamlede materiale.

Analysebetingelser ved de massespektrometriske undersøgelser findes i bilag 2.

Eksempler på gaschromatogrammer, herunder et chromatogram af en n-alkanstandardblanding er vist i bilag 3.

4. RESULTATER

Samtlige resultater fra analytiske bestemmelser af hydrocarboner, lipid og tørvægt er opført i bilag 4. I bilagets tabeller er angivet numre, som svarer til stationsnumrene for prøveindsamlingerne i henholdsvis 1975 (se figur 6) og 1976 (se figur 7).

De påviste hydrocarboner er angivet ved deres retentionsindex bestemt på en OV 1 kolonne. Ved bestemmelse af retentionsindex er benyttet følgende formel:

$$\text{Retentionsindex} = \frac{T_{ri} - T_{ra}}{T_{(ra+1)} - T_{ra}} + a$$

hvor

T_{ri} = retentionstid for komponent i

T_{ra} = retentionstid for n-alkan C_a

a = antallet af kulstofatomer i n-alkanen C_a

$T_{(ra+1)}$ = retentionstid for n-alkan C_{a+1}

idet T_{ri} ligger mellem T_{ra} og $T_{(ra+1)}$

Middelværdier og summen (total) af de påviste hydrocarboner er beregnet og medtaget i tabellerne.

Almindeligvis er retentionstiden (retentionsindex) benyttet til identifikation af ukendte hydrocarboner. I enkelte tilfælde er hydrocarbonerne identificeret ved gaschromatografi/massespektrometri, hvilket er angivet i tabellerne i bilag 4 samt i tabel 1.

Indledningsvis blev det analytiske arbejde koncentreret om bestemmelse af hydrocarbonkoncentrationer på over 0,05 µg/g i prøver med lavt lipidindhold og 0,5 µg/g i prøver med højt lipidindhold. Senere reduceredes detektionsgrænserne med en faktor 5. I enkelte tilfælde (ved prøver indsamlet i 1976) anvendtes ekstra store prøvemængder, hvorved det var muligt yderligere at sænke detektionsgrænsen. Detektionsgrænserne er anført i tabellerne i bilag 4.

Squalen er meget ustabil og de kvantitative bestemmelser er derfor tvivlsomme, idet der kan ske nedbrydning af denne hydrocarbon under analyseproceduren. Sandsynligvis er det også tilfældet for andre af de påviste hydrocarboner, som har en umættet struktur. Bestemmelse af koncentrationer nær detektionsgrænserne er ligeledes behæftet med relativ stor usikkerhed.

Flere af de uidentificerede hydrocarboner, som er påvist i forskellige prøvemateriale, kan være identiske, idet de har ens eller næsten ens retentionsindex. Ved gaschromatografi kræves en vis forskel i retentionstiderne for at kunne skelne hydrocarbonerne fra hinanden.

I figurerne i bilag 3 er vist gaschromatogrammer repræsenterende de forskellige undersøgte sedimenter og organismer.

TABEL 1. OVERSIGT OVER GASCHROMATOGRAFISKE/
MASSESPEKTROMETRISKE ANALYSER.

ORGANISME	IDENTIFICEREDE KOMPONENTER
MOSDYR <u>Alcynodium gelatinosum</u>	Squalen
ZOOPLANKTON	Pristan
REJER <u>Pandalus borealis</u>	Pristan
BLÆKSPRUTTER <u>Gonatus fabricii</u>	Pristan Squalen $C_{19}H_{38}$, $C_{20}H_{38}$ og to ukendte (se teksten)
TORSK <u>Gadus morhua</u>	Pristan Squalen
HELLEFISK <u>Reinhardtius hippoglossoides</u>	Pristan Squalen
RØDFISK <u>Sebastes marinus</u>	Pristan Squalen $C_{20}H_{38}$ (se teksten)
LODDE <u>Mallotus villosus</u>	Pristan Squalen $C_{19}H_{38}$ og ukendt (se teksten)

4.1 SEDIMENTER OG INVERTEBRATER

En oversigt over indhold af pristan, squalen og total hydrocarbonmængde bestemt i sedimenter og invertebrater findes i tabel 2. På basis af våd vægt er hydrocarbonniveauet lavt i alle sedimentprøver og invertebrater, undtagen zooplankton, rejer Pandalus borealis og blæksprutter Gonatus fabricii.

Middelværdierne for den totale mængde af hydrocarboner i sedimenter er 0,40 (0,06 - 1,30) µg/g tørvægt i 1975 og 0,075 (0,010 - 0,610) µg/g tørvægt i 1976 (se bilag 4). Squalen er den dominerende hydrocarbon i samtlige sedimentprøver.

Det skal bemærkes, at flere prøver indsamlet i 1976 er fra samme lokalitet. Prøverne er mærket a og b i bilag 4. Selv i disse prøver er der betydelige forskelle i hydrocarbonkoncentrationerne. Enkelte prøver fra 1975 og 1976 er indsamlet fra næsten sammenfaldende stationer, (se figur 6 & 7 samt bilag 1).

I rejer er pristan påvist i betydelig mængde. Det skal bemærkes, at pristankoncentrationen i rejer varierer betydeligt, afhængig af indsamlingsstedet, men der er også betydelig variation i pristankoncentrationen i rejer indsamlet fra samme lokalitet (se bilag 4). I en af planktonprøverne er pristan ligesom hos rejerne den dominerende hydrocarbon.

I levervæv fra blæksprutter er såvel antallet af individuelle hydrocarboner som mængden af de enkelte hydrocarboner betydelige. Pristan og squalen er i disse, ligesom i praktisk talt alle andre analyserede organismer, mængdemæssigt de dominerende hydrocarboner. Også blæksprutternes lipidindhold er meget højt (middelværdi 616 mg/g). Idet tørvægt og lipidindhold i de fleste andre invertebrater er meget lavt, kan den totale mængde hydrocarboner på tørvægt- og lipidvægtbasis blive af betragtelig størrelse, selv om hydrocarbonniveauet er lavt på basis af våd vægt. (Se iøvrigt bilag 4).

TABEL 2. PRISTAN, SQUALEN OG TOTAL HYDROCARBONKONCENTRATION I SEDIMENTER OG INVERTEBRATER

	SEDI- MENTER	MOSDYR	PLANKTON	SØPØLSE	MUSLINGER ASTARTE	MYTILUS	REJER	SOLASTER	SØSTJERNER LEPASTE- RIAS	HIPPA- STERIA	SØPUNG	KRABBE	BLØK- SPRUTTE
	1975/1976	1975/1976	1975	1975/1976	1975	1975	1975	1975/1976	1975	1975	1975	1976	1976
PRISTAN													
µg/g våd vægt	-	0.02/0.178	3.1	-/0.057	-	-	26	0.13/0.044	0.05	0.01	0.03	-	1630
µg/g tør vægt	0.014/ 0.0003	-/2.5	57	-/0.70	-	-	-	0.44/0.19	0.17	0.04	-	-	-
µg/g lipid	-/ -	- / -	-	- / 8.2	-	-	766	- /1.91	1.35	-	-	-	2630
SQUALEN													
µg/g våd vægt	-	0.21/0.128	0.07	0.08/1.07	0.03	0.02	0.46	0.52/0.47	0.09	0.45	0.08	0.041	63
µg/g tør vægt	0.16/ 0.0236	- / 1.82	1.26	0.82/33.2	-	-	-	1.89/2.06	0.30	1.69	-	0.23	-
µg/g lipid	-	- / -	-	8.0/454	3.5	1.6	20	-/2.06	4.9	-	-	-	102
TOTAL													
µg/g våd vægt	-	0.23/0.60	3.2	0.08/2.1	0.22	0.10	27	1.04/0.55	0.21	0.48	0.16	0.043	2190
µg/g tør vægt	0.40/0.075	- / 8.4	58	0.82/25	-	-	-	5.2/2.4	0.71	1.81	-	0.24	-
µg/g lipid	-	- / -	-	8.0/300	27	8.0	798	- /24	8.1	-	-	-	3560

4.2 FISK

En oversigt over indhold af pristan, squalen og total hydrocarbonmængde bestemt i lever- og muskelvæv eller hele fisk er samlet i tabel 3.

I de fleste tilfælde er squalen den dominerende hydrocarbon, især i hellefisk Reinhardtius hippoglossoides. I rødfisk Sebastes marinus, lodde Mallotus villosus og tobis Ammodytes lancea er pristan dominerende. Hovedparten af pristan og squalen er påvist i levervæv, men også muskelvæv med et højt lipidindhold kan indeholde betydelige mængder. Foruden pristan og squalen har det kun været muligt at påvise enkelte andre hydrocarboner i mindre mængder. Derfor svarer den totale mængde hydrocarboner i mange af prøverne til summen af pristan og squalen. Som det var tilfældet for f.eks. rejer varierer koncentrationen af de enkelte hydrocarboner betydeligt fra fisk til fisk indenfor den samme art. (Se iøvrigt bilag 4).

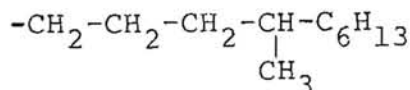
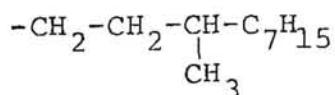
TABEL 3, PRISTAN, SQUALEN OG TOTAL HYDROCARBONKONCENTRATION I FISK

	TORSK		LUVAK		HELLEFISK		HÅISING		HAVKAT		RØDFISK		LODDE	SLIMÅL	TOBIS
	LEVER	MUSKEL	LEVER	MUSKEL	LEVER	MUSKEL	LEVER	MUSKEL	LEVER	MUSKEL	LEVER	MUSKEL			
PRISTAN	1975		1975		1975		1975		1975		1975		1975	1975	1976
µg/g våd vægt	27	0.08	2.8	-	51	4.7	7.1	0.15	1.86	0.07	99	21	8.9	0.38	52
µg/g tør vægt	-	-	-	-	-	-	-	0.77	-	-	-	-	-	-	218
µg/g lipidindhold	-	-	-	-	-	56	52	1.83	29	9.1	494	46.1	-	11.7	994
SQUALEN															
µg/g våd vægt	216	1.20	39	3.3	503	13.5	21	0.89	49	1.60	30	1.23	5.2	9.75	94
µg/g tør vægt	-	-	-	-	-	-	-	5.0	-	-	-	-	-	-	39
µg/g lipidindhold	-	-	-	890	-	151	168	218	622	146	150	31	-	313	179
TOTAL															
µg/g våd vægt	248	1.3	42	3.3	556	18.3	29	1.1	52	1.8	132	22	16.9	10.1	66
µg/g tør vægt	-	-	-	-	-	-	-	5.9	-	-	-	-	-	-	270
µg/g lipidindhold	-	-	-	800	-	207	228	239	663	158	660	522	-	324	1250

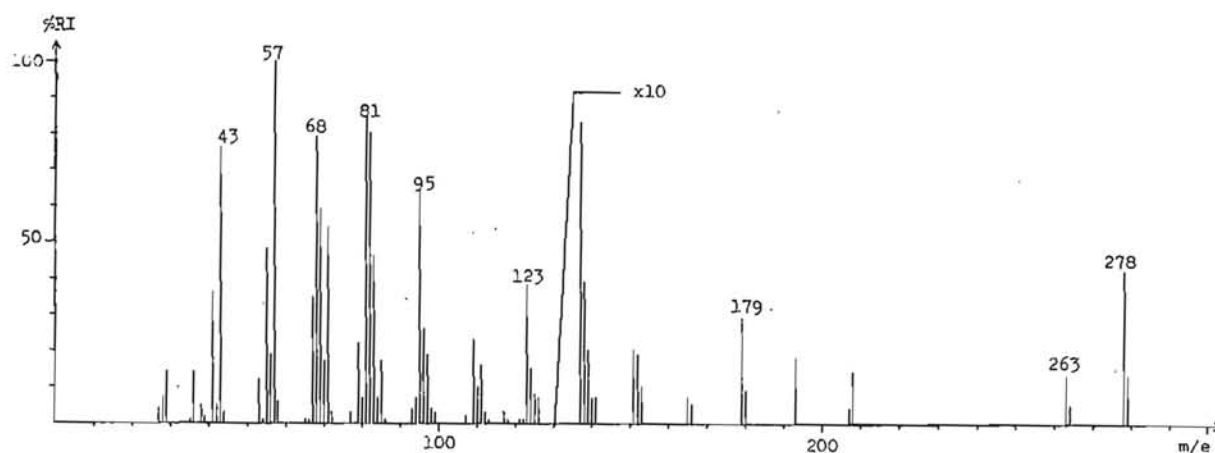
4.3 GASCHROMATOGRAFI/MASSESPEKTROMETRI

I tabel 1 er anført samtlige resultater fra gaschromatografisk/massespektrometrisk analyse.

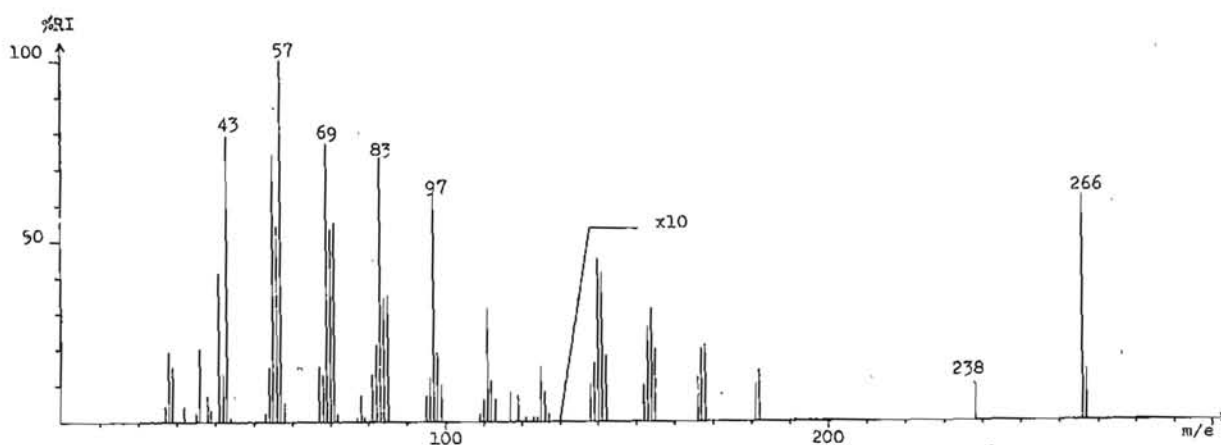
Isolation og identifikation af hydrocarbonerne viser, at pristan (2,6,10,14-tetramethylpentadecan) og/eller squalen (en ikke-cyclisk dihydrotriterpen, $C_{30}H_{50}$) er hovedkomponenterne i det analyserede materiale. Identifikation af pristan og squalen er baseret på massespektre af standardopløsninger, hvorfor identifikation af disse to hydrocarboner er entydig. Fire andre hydrocarboner blev isoleret i mindre mængder. En af disse fandtes i såvel blæksprutter Gonatus fabricii, som rødfisk Sebastes marinus. Figur 8 viser massespektret af denne komponent (retentionsindex 18,8). En top $m/e = 278$ a.m.u. (sandsynligvis molekyktoppen) indicerer en molekylvægt svarende til formlen $C_{20}H_{38}$. Spektret tyder på en forgrenet umættet hydrocarbon, sandsynligvis med to dobbeltbindinger fremfor en tripelbinding. Fragmenteringsmønstret synes at kunne passe med et stof af følgende struktur: $C_7H_{11} - C_2H_4 - C_{11}H_{23}$. C_7H_{11} -delen indeholder de to dobbeltbindinger og er muligvis forgrenet, C_2H_4 -delen kan indeholde en methylsidekæde, mens $C_{11}H_{23}$ -delen har mindst ét forgreningspunkt. Toppene $m/e = 179$ og 193 a.m.u. antyder, at det kunne være en af følgende to strukturer:



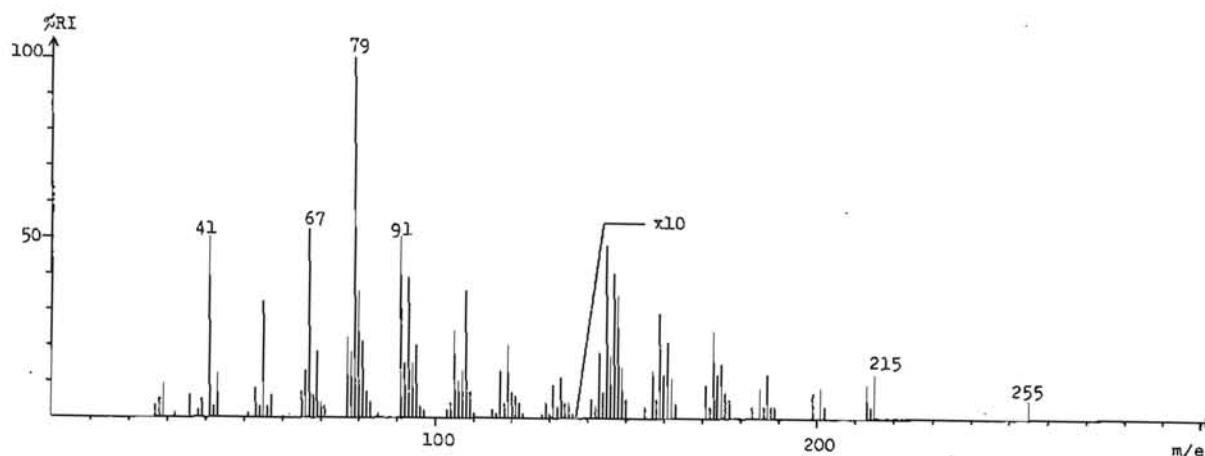
Hydrocarbonen kan være phytadien (2,6,10,14-tetramethylhexadecadien), som tidligere er blevet påvist i zooplankton.



Figur 8. Massespektrum af komponent (retentionsindex 18,8) isoleret fra rød fisk Sebastes marinus.



Figur 9. Massespektrum af komponent (retentionsindex 18,8) isoleret fra lodde Mallotus villosus



Figur 10. Massespektrum af komponent (retentionsindex 26,0) isoleret fra lodde Mallotus villosus

Figur 9 viser massespektret af en komponent (retentionsindex 18,8), som blev isoleret fra lodde Mallotus villosus.

Spektret indeholder en karakteristisk top ved $m/e = 266$ a.m.u., der givetvis er molekyltoppen, hvilket indicerer, at komponenten er $C_{19}H_{38}$. Fragmenteringsmønstret tyder på, at komponenten er en alken uden sidekædeforgreninger.

Dobbeltbindingens position er vanskelig at bestemme, men toppen ved $m/e = 238$ a.m.u. kan skyldes, at dobbeltbindingen er placeret mellem C_4 og C_5 . Gaschromatografisk/massespektrometrisk analyse af toppen (retentionsindex 18,8) i gaschromatogrammerne fra analyse af blækspruttelever fra Gonatus fabricii består af de to ovenfor anførte komponenter med formlerne $C_{20}H_{38}$ og $C_{19}H_{38}$.

To komponenter (retentionsindex 20,4 og 26,0), der blev isoleret fra blækspruttelever, synes ligesom squalen at have en ustabil struktur. Spektrene indeholder tilsyneladende ingen molekyltoppe og giver således ingen oplysninger om de pågældende komponenters molekylvægte og dermed heller ikke om sumformlerne. Fragmenteringsmønstret peger på, at komponenterne er polyumættede hydrocarboner indeholdende konjugerede dobbeltbindinger og muligvis med en forgrenet struktur. De to komponenter har meget forskellige retentionstider og er derfor sandsynligvis af forskellig størrelse.

Den ene af disse to komponenter (retentionsindex 26,0) fandtes også i lodde Mallotus villosus. Massespektret er vist i figur 10.

5. DISKUSSION

Til skelnen mellem petroleum hydrocarboner og biogene hydrocarboner kan udnyttes flere karakteristiske forskelle mellem disse; se f.eks. /6, 7 og 8/:

- petroleum indeholder en meget kompleks blanding af hydrocarboner med store variationer i molekylvægt og struktur
- petroleum indeholder adskillige homologe rækker af hydrocarboner
- petroleum indeholder flere typer af cycloalkaner og aromatiske hydrocarboner, såvel som alkylsubstituerede aromatiske og naphten-aromatiske hydrocarboner. Det er ikke vist, at de sidstnævnte komponenter kan dannes biogent. (Se iøvrigt afsnit 2.3.2).

Et af kriterierne for påvisning af olieforurening i marine prøver ved gaschromatografi er tilstedeværelse af et uopløst komplekst signal ("boiling envelope") forårsaget af utallige homologe og isomere hydrocarboner.

Ingen af de ved denne undersøgelse opnåede analyseresultater viser tilstedeværelse af petroleum hydrocarboner, og de hydrocarboner, som er blevet identificeret, viser alle en for biogene hydrocarboner typisk struktur. De opnåede resultater kan derfor anses for sikre baggrundsværdier for det naturlige biogene hydrocarbonniveau i det undersøgte materiale.

I det følgende skal såvel de anvendte metoder som undersøgelsens resultater vurderes, fortrinsvis med det formål at kunne registrere en eventuel olieforurening.

5.1 INDSAMLINGSMETODER

Samtlige opnåede analyseresultater viser, at det er lykkedes at undgå kontaminering af prøverne såvel under prøvetagning og forsendelse som ved forbehandling af materialet. Desuden har forsendelsen af det indsamlede nedfrosne prøvemateriale fungeret tilfredsstillende.

Under indsamlingen af sedimentprøverne blev der, som tidligere nævnt, ikke gjort forsøg på at indsamle et bestemt sedimentlag. Ved en fortolkning af de opnåede analyseresultater er det væsentligt at kende sedimentets alder og niveau. Der er således behov for at indføre en bedre prøvetagningsteknik, som gør det muligt at foretage en mere præcis indsamling af f.eks. de øverste få centimeter af sedimentet eller eventuelt en sedimentsøjle.

En nøjere klassifikation af sediments alder, evt. ved anvendelse af supplerende analyser, vil ligeledes være værdifuldt ved vurdering af de opnåede resultater. Disse problemer eksisterer ikke ved vurdering af resultaterne fra analyse af biologisk materiale.

I nærværende arbejde er der ikke foretaget indsamling af vandprøver. Det vil imidlertid være ønskeligt at få erfaring med såvel en indsamling som en forbehandling og analyse af denne prøvetype.* De store prøvemængder, som er nødvendige ved analyse af vandprøver samt prøvernes begrænsede stabilitet udelukker en forsendelse af selve prøverne.

*) Det skal dog bemærkes, at der ved Potomac's oliespild i Melvillebugten i august 1977 blev indsamlet og analyseret vandprøver til hydrocarbonanalyse.

5.2 ANALYSEMETODER

5.2.1 Den anvendte analysemetode

Den analyseprocedure, som er benyttet i nærværende undersøgelse, har vist sig anvendelig ved bestemmelse af hydrocarboner med fra ca. 12 til ca. 36 kulstofatomer i molekylet. Det har været muligt at påvise en række forskellige biogene hydrocarboner i flere former for prøvemateriale. Endvidere er der i de tilfælde, hvor gaschromatografien blev suppleret med massespektrometrisk analyse, opnået viden om flere af de påviste hydrocarboners struktur. Den anvendte analysemetodes begrænsninger er følgende:

Højmolekylære komponenter (hydrocarboner med mere end ca. 36 kulstofatomer) medbestemmes ikke, idet disse ikke kan passere den gaschromatografiske kolonne. Endvidere tabes højere aromatiske hydrocarboner (mere end 3 aromatiske ringe i molekylet) under oprensningsproceduren, idet disse komponenter ikke elueres fra søjlen, jfr. afsnit 3.2. Endelig tabes de flygtige lavmolekylære hydrocarboner (mindre end ca. C_{12}) under inddampningsproceduren.

Højmolekylære hydrocarboner ($> C_{36}$)

Det er vanskeligt at vurdere miljømæssige konsekvenser af tilstedeværelsen af højmolekylære komponenter i det marine miljø, og det er dermed uklart, om det vil være relevant at indføre analytisk bestemmelse af disse komponenter. Formentlig vil en del af disse være biologisk inaktive.

Det skal nævnes, at der forskellige steder i verden, f.eks. i Canada, udføres registrering af hydrocarboners polymerisationsprodukter ("tar") /21, 47/. I det vestgrønlandske farvand har der hidtil ikke været tegn på betydelige mængder "tar", hvorfor det ikke synes rimeligt at udføre en sådan registrering i det nævnte område i øjeblikket.

Polycycliske aromatiske hydrocarboner

Polycycliske aromatiske hydrocarboner (PAH) har de senere år påkaldt en del opmærksomhed, især fordi nogle af disse komponenter har vist sig at have uheldige miljømæssige egenskaber, f.eks. carcinogen effekt. Det skal understreges, at polycycliske aromatiske hydrocarboner almindeligvis kun forekommer i råolier i ringe mængde. De polycycliske aromatiske hydrocarboner synes primært at dannes ved forbrænding af petroleum, kul, træ etc.

I nærværende undersøgelse er der ikke gjort forsøg på at bestemme indhold af polycycliske aromatiske hydrocarboner, idet der i det undersøgte farvand formentlig ikke findes sådanne komponenter. Det skal videre anføres, at der heller ikke er udført bestemmelser af "ikke - hydrocarboner" (jfr. afsnit 2.2.1), som forekommer i petroleum.

Analyser til bestemmelse af de ovenfor omtalte komponenter kan på et senere tidspunkt blive aktuelle.

Flygtige lavmolekylære hydrocarboner ($< C_{12}$)

Analyser for indhold af flygtige hydrocarboner ved kontrol af olieforurenede områder er stort set begrænset til vandprøver. Adskillige undersøgelser viser kun forhøjet hydrocarbonindhold, når prøverne er indsamlet i nærheden af en oliepøl eller i aflukkede, indre farvande, hvor der er vedvarende udslip af petroleum hydrocarboner. Dette kan delvis forklares ved fordampning, som resulterer i en hurtig og effektiv fjernelse af flygtige lavmolekylære hydrocarboner. (Højmolekylære hydrocarboner er tungtopløselige i vand). I arktiske områder må det forventes, at fordampningsprocessen foregår betydeligt langsommere, og det synes derfor sandsynligt, at et forhøjet hydrocarbonniveau her vil holde sig i længere tid.

Analysen til bestemmelse af lavmolekylære hydrocarboner i vandprøver indsamlet i områder med kronisk forurening eller i forbindelse med oliespild vil derfor formentlig give værdifulde informationer, når det drejer sig om grønlandske farvande.

5.2.2 Andre analysemetoder

Fordelen ved en gaschromatografisk metode er som nævnt, at der opnås mange informationer om de enkelte tilstedeværende hydrocarboner. Blandt andre metoder, som har vundet stor udbredelse ved kontrol af olieforurenede områder, især når det drejer sig om vandprøver, men også sedimentprøver, er fluorescensspektrometri. Fluorescensanalyser af biologisk materiale kompliceres generelt af interfererende stoffer, som naturligt findes i sådanne prøver.

Som tidligere nævnt er fluorescensanalyser begrænset til måling af aromatiske hydrocarboner. Disse komponenter er som omtalt i afsnit 2.2 karakteristiske for petroleum hydrocarboner, idet aromatiske hydrocarboner kun i yderst begrænset omfang, om overhovedet, dannes af marine organismer. Desuden er aromatiske hydrocarboner generelt toksiske overfor marine organismer.

Ved fluorescensanalyser, hvor der ikke udføres en adskillelse af de enkelte hydrocarboner (f. eks. ved væskechromatografi), vil resultatet være et mål for det totale aromatiske hydrocarbon-niveau. Dermed kan fluorescensmålinger anvendes som en "screenings"-metode. En sådan metode vil formentlig være værdifuld som et supplement til gaschromatografisk analyse, især hvis prøveantallet er så stort, at det ikke vil være muligt, hverken tidsmæssigt eller økonomisk, at udføre gaschromatografi på samtlige prøver.

Specielt når det drejer sig om vandprøver vil en sådan screeningsmetode kunne udføres rutinemæssigt simpelt, idet prøvernes forbehandling kan begrænses til en ekstraktion, hvorved også de

flygtige lavmolekylære hydrocarboner medbestemmes. Blandt de lavmolekylære hydrocarboner er de aromatiske komponenter de mest vandopløselige, hvilket yderligere peger på at indføre en spektrofotofluorometrisk metode til kontrol af vandprøver fra olieforurenede farvande.

Om en sådan metode også med fordel kan anvendes ved "screening" af sedimenters indhold af aromatiske hydrocarboner er usikkert, dels fordi der findes interfererende komponenter, dels fordi det formentlig især drejer sig om bestemmelse af højere aromatiske hydrocarboner. En spektrofotofluorometrisk "screenings"-metode til analyse af biologisk materiale vil som tidligere nævnt kompliceres af interfererende stoffer.

Spektrofotofluorometrisk eller eventuelt UV-fotometrisk analyse i forbindelse med en avanceret søjlechromatografisk (højtrykschromatografisk) adskillelse af enkelte hydrocarboner synes lovende i de tilfælde, hvor der ønskes en nøjere beskrivelse af tilstedeværende aromatiske hydrocarboner, også når det drejer sig om biologisk materiale. Metoden giver mulighed for en vurdering af blandt andet de komponenter (polycykliske aromatiske hydrocarboner) som ikke medbestemmes ved den anvendte gaschromatografiske metode.

Højtryksvæskechromatografi i kombination med fluorometriske eller UV-fotometriske analyser kan således med fordel kombineres med gaschromatografi i de tilfælde, hvor såvel det aromatiske som det totale hydrocarbonindhold ønskes bestemt.

Endelig skal det nævnes, at massefragmentografi (se afsnit 2.4), som muliggør kvantitativ analyse af udvalgte komponenter, med fordel kan anvendes ved vurdering af olieforurenede farvande, hvis der i prøvematerialet findes et betydeligt antal hydrocarboner. Det skal anføres, at apparaturet hertil er kostbart.

Om det på et senere tidspunkt vil være relevant at udføre de her omtalte analyser på prøver indsamlet i koncessionsområderne er uvist. De hidtidige analyseresultater har vist, at det vestgrønlandske område ikke er kontamineret med petroleum hydrocarboner. Det synes derfor ikke rimeligt i øjeblikket specielt at søge efter aromatiske hydrocarboner.

Imidlertid vil det ved kontrol af områder (f.eks. Færingehavn), hvor der er kontaminering med petroleum hydrocarboner være ønskeligt at supplere den anvendte gaschromatografiske metode med metoder, som kan give en nøjere beskrivelse af de tilstedeværende hydrocarboner.

5.3 ANALYSEMATERIALE

5.3.1 Sedimenter

Undersøgelser af adskillige oliespild viser, at olie, som aflejres på eller deponeres i sedimentet, kan eksistere uomdannet her i adskillige år og være årsag til optagelse af hydrocarboner i bunddyr og dermed i hele det marine miljø. Derfor er analytisk bestemmelse af eventuelle tilstedeværende petroleum hydrocarboner i marine sedimenter ofte en integreret del af olieforureningsstudier /6, 8, 14, 21, 27, 32, 42, 46, 62/.

Resultater af tidligere undersøgelser med forskellige metoder viser koncentrationer i overfladesedimenter for stærkt forurenede områder på fra hundrede til flere tusinde μg hydrocarboner pr. g sediment (tørvægtsbasis). For ikke forurenede kystnære områder angives værdier på mindre end 70 $\mu\text{g/g}$ tørvægt. For dybe havområder, som f.eks. det undersøgte område, ligger værdierne normalt fra 1 til 5 $\mu\text{g/g}$ tørvægt, hvis der ikke er forurening /21/.

I Beauforthavet, som klimatisk svarer til det vestgrønlandske område, er der målt værdier på 20 - 165 $\mu\text{g/g}$ tør vægt /26/.

Sammenlignet med alle disse angivelser er hydrocarbonkoncentrationerne i sedimenterne ved Vestgrønland ekstremt lave. Dette støtter den antagelse, at området indtil nu er fuldstændig fri for petroleum hydrocarboner.

5.3.2 Marine organismer

Marine organismer optager hydrocarboner dels fra deres fødekilder, dels fra vandet, eller de omdanner andre forbindelser optaget med føden eller fra vandet /6, 8, 63-73/. Især på basis af undersøgelser fra områder med vedvarende olieforurening er der fremkommet resultater, som viser, at enkelte marine organismer i fedtvævet kan optage og akkumulere hydrocarboner tilført ved forurening. Ved at følge hydrocarbonniveauet i sådanne dyr synes der at være mulighed for at observere olieforurening på et tidligt tidspunkt. Hidtil er der stort set kun fundet velegnede "indikatororganismer" i tidevandszonen. Om nogle af de ved Vestgrønland forekommende arter vil være egnede som kontrolobjekt ved olieforurening vides ikke. Desuden er kendskabet til den naturlige variation af hydrocarbonerne i disse arter generelt mangelfuldt.

Der synes at eksistere mekanismer for både optagelse og udskillelse af hydrocarboner i marine organismer. Såvel hydrocarbonkoncentrationen i vandet som fedtindholdet i dyrene er faktorer som bestemmer, til hvilket niveau hydrocarboner opkoncentreres. Afgivelse af hydrocarboner, som observeres når forsøgsorganismer anbringes i et rent eller mindre kontamineret system, resulterer i etablering af en ny ligevægtskoncentration af hydrocarboner i organismerne. En vis retention over længere tidsrum af akkumulerede hydrocarboner er dog observeret. Om den mængde hydrocarboner, som kan tilbageholdes efter overførsel til rent vand, repræsenterer en toksikologisk fare, enten for de enkelte dyr eller for højerestående organismer, som lever af de pågældende dyr, vides ikke /75/.

Flere undersøgelser omtaler metabolisme af hydrocarboner i marine organismer /68, 73, 74/. F.eks. er det vist, at fisk og visse invertebrater (krabber og rejer) kan omdanne hydrocarboner. Derimod har det ikke været muligt at bevise hydrocarbonmetabolisme hos muslinger. Disse dyr optager og deponerer hydrocarboner, som så senere udskilles uomdannet igen. Det aktuelle hydrocarbonniveau i marine organismer synes yderst afhængigt af evnen til at nedbryde disse stoffer. Det er derfor sandsynligt, at kun organismer, som meget langsomt eller slet ikke kan nedbryde hydrocarboner, kan anvendes som indikatororganismer. Muslinger synes med vores nuværende kendskab at være de bedst egnede indikatororganismer for olieforurening.

Alle marine organismer udveksler hydrocarboner med omgivelserne. Hydrocarboner, som findes i organismerne, kan bl.a. stamme fra føden. Såfremt føden udgør hovedkilden af hydrocarbon-tilførslen, kan denne variere betydeligt. I stærkt selektive predatorer vil det aktuelle hydrocarbonniveau være afhængig af nogle få arters (byttedyrenes) indhold af hydrocarboner, mens mindre selektive arters (f.eks. rejers og søstjerners) hydrocarbonniveau vil kunne stamme fra adskillige arter. Udover optagelse er hydrocarbonniveauet i det enkelte dyr bestemt af disses evne til selv at syntetisere hydrocarboner. En eventuel hydrocarbonsyntese i organismerne påvirkes antagelig af adskillige forhold (f.eks. sæson, sexuel udvikling).

De omtalte faktorer kan forklare de betydelige variationer i koncentrationer af enkelte hydrocarboner, som her er fundet i forskellige organismer.

5.3.3 Vand

Der er ikke medtaget vandanalyser i nærværende undersøgelse, men i forbindelse med f.eks. oliespild eller anden forurening er der ofte indsamlet vandprøver, som er blevet analyseret for indhold af hydrocarboner /6, 8, 75-86/. Resultaterne viser generelt kun forhøjet hydrocarbonniveau i vandprøver indsamlet i

umiddelbar nærhed af en oliepøl, eller fra aflukkede farvande med massiv olieforurening. Det synes således ikke rimeligt at foretage målinger på vandprøver indsamlet i koncessionsområderne ved Vestgrønland, hvor der indtil nu ingen tegn er på olieforurening. Det vil imidlertid som tidligere nævnt være ønskeligt at indarbejde teknik til indsamling, forbehandling og analysering af vandprøver ved vurdering af en forurening i et indenskærs område eller ved et oliespild (jfr. afsnittene 5.1 og 5.2).

6. REKOMMANDATIONER

Nærværende undersøgelse har resulteret i et værdifuldt materiale, der giver et bredt kendskab til forekomst af biogene hydrocarboner i sedimenter og biologisk materiale. Det er lykkedes at indsamle og behandle prøverne, uden at der er sket kontaminering. Den anvendte analysemetode har fungeret tilfredsstillende, og ved massespektrometrisk bistand er det lykkedes at identificere pristan, squalen og andre hydrocarboner i det indsamlede materiale.

De resultater, der er opnået gennem nærværende undersøgelse peger på følgende videre aktiviteter:

1. Der udvikles og afprøves teknik til indsamling af veldefinerede sedimentlag.
2. Der opnås erfaring med indsamling og analysering af vandprøver.
3. Der udvikles og afprøves en screeningsmetode til påvisning af aromatiske hydrocarboner i vand- og sedimentprøver.
4. Der afprøves metoder til en nøjere karakterisering af aromatiske hydrocarboner.
5. Der opnås et bedre kendskab til fluktuationer i det naturlige indhold af hydrocarboner i det marine miljø.

7. LITTERATURLISTE

1. Jensen, V.B.
Hydrocarboner i biologisk materiale og sedimenter fra grønlandske farvande.
Organiska miljøgifter i Vatten -
Tolfte nordiska symposiet om vattenforskning. Visby 11-13 maj 1976.
Nordforsk, Miljövårdssekretariatet, publ. 1976:2.
2. Johansen, P., Jensen, V.B., and Büchert, A.
Hydrocarbons in marine organisms and sediments off West Greenland.
Annual Meeting of American Oil Chemists' Society, New York 1977.
3. Johansen, P., Jensen, V.B., and Büchert, A.
Hydrocarbons in marine organisms and sediments off West Greenland.
ICES C.M. 1977/E:21. International Council for the Exploration of the Sea, årsmøde i Reykjavik 1977.
4. Johansen, P., Jensen, V.B., and Büchert, A.
Hydrocarbons in marine organisms and sediments off West Greenland.
Fisheries and Marine Service - Technical Report No. 729 (1977).
Department of Fisheries and the Environment, Canada.

5. Salomonsen, F.
Det nordatlantiske område.
Danmarks natur bd. 10 p. 9 - 28 (1971)
Politikens Forlag
6. Petroleum in the Marine Environment.
Workshop on Inputs, Fates, and Effects of
Petroleum in the Marine Environment.
National Academy of Science, Washington D.C. 1975.
7. Whitman, B.T. (chairman)
Marine pollution by oil. Characterization of pollutants
sampling, analysis, and interpretation.
Institute of Petroleum Oil Pollution Analysis Committee.
The Institute of Petroleum, Great Britain.
Applied Science Publishers, Ltd. 1974.
8. Reports and Studies No. 6.
Impact of Oil on the marine environment.
Food and agriculture Organization of the United Nations.
FAO 1977
9. Ehrhardt, M. and Blumer M.
The source identification of marine hydrocarbons
by gas chromatography.
Environmental Pollution (1972) 3 179.
10. Blumer, M., Mullin, M.M., and Guillard, R.R.L.
A polyunsaturated hydrocarbon (3,6,9,12,15,18-
heneicosahexaene) in the marine food web.
Marine biology (1970) 6 226.

11. Blumer, M., Guillard, R.R.L., and Chase, T.
Hydrocarbons of marine phytoplankton.
Marine Biology (1971) 8 183.
12. Youngblood, W.W., Blumer, M., Guillard, R.R.L. and
Fiore, F.
Saturated and unsaturated hydrocarbons in marine benthic
algae.
Marine Biology (1971) 8 190.
13. Blumer, M., and Sass, J.
Indigenous and petroleum derived hydrocarbons in
a polluted sediment.
Marine Pollution Bulletin (1972) 3 No. 692.
14. Giger, W., Reinhard, M., Schaffner, C., and Stumm, W.
Petroleum-derived and indigenous hydrocarbons in
recent sediments of lake Zug, Switzerland.
Environmental Science and Technology (1974) 8 No. 5, 455.
15. Whittle, K., Mackie, P.R., and Hardy, R.
Hydrocarbons in the marine eco-system.
South African Journal of Science (1974) 70 141.
16. Mackie, P.R., Whittle, K.J., and Hardy, R.
Hydrocarbons in the marine environment.
I. n-alkanes in the Firth of Clyde.
Estuarine and Coastal Marine Science (1974) 2 359.
17. Nelson-Smith, A.
Oil Pollution and Marine Ecology
Elek. Science, London (1972).
18. Evans, D.R. and Rice, S.D.
Effects of oil on marine ecosystems: A review for
administrators and policy makers.
Fishery Bulletin (1973) 72 No. 3 625.

19. Ayers, Jr., Jahns, H.O. and Glaeser, J.L.
Oil spills in the arctic ocean: Extent of spreading
and possibility of large-scale thermal effects.
Science (1974) 186 4166.
20. Zitko, V.
Aromatic hydrocarbons in aquatic fauna.
Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology
(1975) 14 No. 5 621.
21. McAuliffe, C.D.
Surveillance of Marine Environment for Hydrocarbons
Mar.Sci. Communication 2, No. 1 (1976) 13-42
22. American Petroleum Institute
Conference on Prevention and Control of Oil Pollution 1975
and Oil Spill Conference 1977. Washington D.C.
23. American Institute of Biological Sciences.
Sources, effects and sinks of hydrocarbons in the
aquatic environment.
Proceedings of the symposium. Washington D.C., 9-11 Aug. 76.
24. Estuarine Pollution
Control and Assessment. Proceedings of a Conference.
Volume I, II & III (microfilms)
U.S. Environmental Protection Agency Office of Water
Planning and Standards. Washington D.C. 1977.
25. American Chemical Society.
Marine chemistry in the coastal environment.
Symposium Series No. 18.
T.M. Church editor. Washington D.C. 1975.
26. Wong, C.S., Cretney, W.J.,
MacDonald, R.W. and Christensen, P.
Beaufort Sea Technical Report No. 38
Beaufort Sea Project. Department of the Environment.
Victoria B.C. V & W 1Y4, 1976.

27. Walker, J.D., Colwell, R.R., Hamming, M.C., and Ford, H.T.
Petroleum hydrocarbons in Baltimore harbour of
Chesapeake Bay: Distribution in sediment cores.
Environmental Pollution (1975) 9 231.
28. Atlas, R.M. and Bartha, R.
Fate and effects of polluting petroleum in the
marine environment.
Residue Reviews (1973) 49 49.
29. Malins, D.C. (editor)
Effects of Petroleum on arctic and subarctic marine
environments and organisms.
Volume I, Nature and Fate of Petroleum
Volume II, Biological Effects
Academic Press 1977.
30. Pierce, R.H., Cundell, A.M., and Traxler, R.W.
Persistence and biodegradation of spilled residual fuel
oil on an estuarine beach.
Applied microbiology (1975) 29 No. 5 646.
31. Mulkins-Phillips, G.J. and Stewart, J.E.
Effect of environmental parameters on bacterial
degradation of bunker C oil, crude oil, and
hydrocarbons.
Applied microbiology (1974) 28 No. 6 915.
32. Walker, J.D., Seesman, P.A., Herbert, T.L. and Colwell, R.R.
Petroleum hydrocarbons: Degradation and growth potential
of deep-sea sediment bacteria.
Environmental Pollution (1976) 10 89.
33. Atlas, R.M.
Effects of temperature and crude oil composition
on petroleum biodegradation.
Applied Microbiology (1975) 30 No. 3 396.

34. Walker, J.D. and Colwell, R.R.
Microbial degradation of model petroleum at
low temperatures.
Microbial Ecology (1974) 1 63.
35. Hughes, D.E. and McKenzie, P.
The microbial degradation of oil in the sea.
Proc. R. Soc. London B (1975) 189 375.
36. Atlas, R.M. and Bartha, R.
Biodegradation of petroleum in sea water at low
temperatures.
Canadian Journal of Microbiology (1972) 18 1851
37. Walker, J.D., Seesmann, P.A. and Colwell, R.R.
Effects of petroleum on estuarine bacteria.
Marine Pollution Bulletin (1974) 5 No. 12 186.
38. Walker, J.D., Seesmann, P.A., and Colwell, R.R.
Effect of South Louisiana crude oil and No. 2
fuel oil on growth of heterotrophic microorganisms,
including proteolytic, lipolytic, chitinolytic, and
cellulolytic bacteria.
Environmental Pollution (1975) 9 13.
39. Bunch, J.N. and Harland, R.C.
Biodegradation of Crude Petroleum by the Indigenous
Microbial Flora of the Beaufort Sea.
Technical Report No. 10. Beaufort Sea Project.
Dept. of the Environment. Victoria B.C. 1976.

40. Mills, A.L., Bruil, C., and Colwell, R.R.
Enumeration of Petroleum degrading marine and estuarine microorganisms by the most probable Number Method.
Department of Microbiology. University of Maryland.
College Park, MD, USA 20742 (in press).
41. Farrington, J.W. and Mederios, G.C.
Evaluation of some methods of analysis for petroleum hydrocarbons in marine organisms.
Conference on Prevention and Control of Oil Pollution, San Francisco (1975) 115.
42. Farrington, J.W. and Tripp, B.W.
A comparison of analysis methods for hydrocarbons in surface sediments.
ACS Symposium Series No. 18.
Marine Chemistry in the Coastal Environment (1975) 267.
43. Farrington, J.W., Teal, J.M., and Parker, P.L.
Petroleum hydrocarbons. Chapter 1 in Strategies for marine pollution monitoring.
Editor E.D. Goldberg, 1976.
44. Farrington, J.W., Teal, J.M., Quinn, J.G., Wade, T., Burns, K.
Intercalibration of analyses of recently biosynthesized hydrocarbons and petroleum hydrocarbons in marine lipids.
Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology (1973) 10 No. 3 129.
45. Gruenfeld, M.
Extraction of dispersed oils from water for quantitative analysis by infrared spectrophotometry.
Environmental Science and Technology (1973) 7 No. 7. 636.

46. Hargrave, B.T. and Phillips, G.A.
Estimates of oil in aquatic sediments by fluorescence spectroscopy.
Environmental Pollution (1975) 8 193.
47. Levy, E.M., Webber, L.R. and Moffatt, J.D.
A method for the high temperature gas chromatographic analyses of petroleum residues.
Journal of Chromatographic Science (1973) 11 No. 11 591.
48. Bøler, J.B.
Kjemisk analyse av oljeforurensninger.
Udvalgte metoder og eksempler.
AJOUR-F og T (1975) 4 135.
49. IVL, Sverige
Analytical determination of oil hydrocarbons in sediments and biological tissues.
Personlige informationer og analysevejledninger.
50. Dell'Aequa, R., Egam, J.A., and Bush, B.
Identification of petroleum products in natural water by gas chromatography.
Environmental Science and Technology (1975) 9 No. 1 38.
51. Hunter, L.
Quantitation of environmental hydrocarbons by thin layer chromatography. Gravimetry/densitometry comparison.
Environmental Science and Technology (1975) 9 No. 3. 241.
52. Wakeham, S.G.
Synchronous fluorescence spectroscopy and its application to indigenous and petroleum-derived hydrocarbons in lacustrine sediments.
Environmental Science and Technology (1977) 11 No. 3 272.

53. May, W.E., Chesler, S.N., Cram, S.P. Grump, B.H.,
Hertz, H.S., Enagonio, D.P., and Dyszel, S.M.
Chromatographic analysis of hydrocarbons in marine
sediments and sea water.
Journal of Chromatographic Science (1975) 13 535
54. Kunte, H. and Borneff, J.
Method for determination of polycyclic aromatic
hydrocarbons in water.
Zeitschrift für Wasser- und Abwasser-Forschung (1976)
9 No. 2 35.
55. Zafirion, O.C.
Improved method for characterizing environmental
hydrocarbons by gas chromatography.
Analytical Chemistry (1973) 45 No. 6 952.
56. Zafirion, O.C.
Petroleum hydrocarbons in Narrangansett Bay, II
Chemical and isotopic analysis.
Estuarine and Coastal Marine Science (1973) 1 81
57. Loström, B.
Detektering av oljeutsläpp til sjöss med hjälp av
fjärnanalysteknik.
OLJESKYDD (1975) 12 No. 1.
58. Grob, K.
Organic substances in potable water and in its precursor
part I. Methods for their determination by gas liquid
chromatography.
Journal of Chromatography (1973) 84 255.
59. Grob, K. and Grob, G.
Organic substances in potable water and in its
precursor part II: Application in the area of Zürich.
Journal of Chromatography (1974) 90 303.

60. Grob, K., Grob, K.Jr., and Grob, G.
Organic substances in potable water and in its
precursor part III. The closed-loop stripping procedure
compared with rapid liquid extraction.
Journal of Chromatography (1975) 106 299.
61. Morgan, N.L.
A rapid method to determine bunker C fuel oil in
marine organisms.
Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology
(1975) 14 No. 3 309.
62. Eglinton, G., Simoneit, B.R.T., and Zoro, J.A.
The recognition of organic pollutants in aquatic sediments.
Proc. R. Soc. London B (1975) 189 415.
63. DiSalvo, L.H., Guard, H.E., and Hunter, L.
Tissue hydrocarbon burden of mussels as potential
monitor of environmental hydrocarbon insult.
Environmental Science and Technology (1975) 9 No. 3. 247.
64. Fossato, V.U. and Siviero, E.
Oil pollution monitoring in the lagoon of Venice
using the mussel *Mytilus galloprovincialis*.
Marine biology (1974) 25 No. 1 1-6.
65. Farrington, J.W. and Quinn, J.G.
Petroleum hydrocarbons in Narrangensett Bay. I
Survey of hydrocarbons in sediments and clams
(*Mercenaria mercenaria*).
Estuarine and Coastal Marine Science (1973) 1 71.
66. Hardy, R., Mackie, P.R., and Whittle, K.J.
Discrimination in the assimilation of n-alkanes in fish.
Nature (1974) 252 No. 5483 577.

67. Boehm, P.D. and Quinn, J.G.
The effect of dissolved organic matter in sea water on the uptake of mixed individual hydrocarbons and Number 2 fuel oil by a marine filter-feeding bivalve (*Mercenaria*).
Estuarine and Coastal Marine Science (1976) 4 93.
68. Corner, E.D.S.
The fate of fossil fuel hydrocarbons in marine animals.
Proc. R. Soc. London B (1975) 189 391.
69. Fossato, V.V.
Elimination of hydrocarbons by mussels.
Marine Pollution Bulletin (1975) 6 No. 17.
70. Clark, R.C. and Finley, J.S.
Uptake and loss of petroleum hydrocarbons by the mussel *Mytilus edulis* in laboratory experiments.
Fishery Bulletin (1975) 73 No. 3 508.
71. Morris, R.J.
Uptake and discharge of petroleum hydrocarbons by barnacles.
Marine Pollution Bulletin (1974) 5 No. 7 107.
72. Lee, R.F., Sauerheber, R., and Bensoni, A.A.
Petroleum hydrocarbons: Uptake and discharge by the marine mussel *Mytilus edulis*.
Science (1972) 177 No. 1 344.
73. Lee, R.F., Sauerheber, R., and Dobbs, G.H.
Uptake, metabolism, and discharge of polycyclic aromatic hydrocarbons by marine fish.
Marine Biology (1972) 17 201.
74. Payne, J.F.
Mixed function oxidases in marine organisms in relation to petroleum hydrocarbon metabolism and detection.
Marine Pollution Bulletin (1977) 8 No. 5 112.

75. Stegemann, J.J. and Teal, J.M.
Accumulation, release, and retention of petroleum hydrocarbons by the oyster *Crassostrea virginica*.
Marine Biology (1973) 22 37.
76. Neff, J.M. and Andersson, J.W.
Accumulation, release, and distribution of benzo(a) pyrene-C¹⁴ in the clam *Randia cuneata*.
Conference on Prevention and Control of Oil Pollution.
San Francisco (1975) 469.
77. Wade, T.L. and Quinn, J.G.
Hydrocarbons in the Sargossa Sea surface microlayer.
Marine Pollution Bulletin (1975) 6 No. 4 54.
78. Brown, R.A. and Huffmann, H.L. Jr.
Hydrocarbons in open ocean waters.
Science (1976) 191 847.
79. Harrison, W., Winnik, M.A., Kwong, P.T.Y., and Mackay, D.
Crude oil spills. Disappearance of aromatic and aliphatic components from small sea surface slicks.
Environmental Science and Technology (1975) 9 No. 3 231.
80. Sutton, C. and Calder, J.A.
Solubility of higher-molecular-weight n-paraffins in distilled water and sea water.
Environmental Science and Technology (1974) 8 No. 7 655.
81. Brooks, J.M., Fredericks, A.D., and Sackett, W.M.
Baseline concentrations of light hydrocarbons in Gulf of Mexico.
Environmental Science and Technology (1973) 1 No. 7 639.

82. Ledel, E.J. and Laseter, J.L.
Alkanes at the air-sea interface from offshore Louisiana and Florida.
Science (1974) 186 4160.
83. Boehm, P.D. and Quinn, J.G.
The solubility behaviours of No. 2 fuel oil in sea water.
Marine Pollution Bulletin (1974) 5 No. 7 101.
84. Mackay, D. and Leinonen, P.J.
Rate of evaporation of low-solubility contaminants from water bodies to atmosphere.
Environmental Science and Technology (1975) 9
No. 13 1178.
85. Swinnerton, J.W. and Lamontagne, R.A.
Oceanic distribution of low-molecular-weight hydrocarbons. Baseline measurements.
Environmental Science and Technology (1974) 8 No. 7 657.
86. Lee, C.C., Craig, W.K. and Smith, P.J.
Water-soluble hydrocarbons from crude oil.
Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology (1974) 12 No. 2 212.

STATIONSFORTEGNELSER

Tabel 1

Fortegnelse over stationsnumre, data og positioner
for materiale indsamlet i 1975 fra DANA.

DANA	GF				
St.nr.	St.nr.	Dato	Position	Dybde (m)	Bundtype/redskab
16879	3	28.7.	63°19'N - 51°36'W	ca. 200	ler, sten
16880	2	28.7.	63°01'N - 51°55'W	ca. 100	grus, sten
16881	1	28.7.	63°03'N - 52°17'W	ca. 200	sten
16882	5	28.7.	63°24'N - 52°10'W	65	sten, skaller
16883	6	29.7.	65°24'N - 54°45'W	112	sten, grus (ler)
16884	7	29.7.	65°24'N - 55°04'W	200	sten, grus (ler)
16885	10	29.7.	65°34'N - 55°15'W	200 - 210	sten
16886	8	31.7.	65°30'N - 54°45'W	105	sten (skaller)
16887	9	31.7.	65°33'N - 55°00'W	142	sten
16888	14	31.7.	65°41'N - 65°54'W	535 - 548	sand
16889	13	31.7.	65°41'N - 55°23'W	184 - 200	sten
16890	12	31.7.	65°41'N - 54°45'W	130 - 134	ler, sten
16891	11	31.7.	65°40'N - 53°55'W	65 - 75	skaller, grus
16892	15	01.8.	65°55'N - 54°06'W	77 - 80	skaller, grus
16893	22	01.8.	66°04'N - 54°18'W	82	sand, skaller
16894	19	01.8.	66°00'N - 55°00'W	124 - 136	sand, sten, skaller
16895	20	01.8.	66°00'N - 56°07'W	200 - 204	sten
16896	21	01.8.	66°00'N - 56°25'W	513 - 535	sten, sand
16897	38	01.8.	66°15'N - 56°23'W	187 - 190	sten, grus
16898	37	02.8.	66°10'N - 55°34'W	222 - 224	sand, ler, sten
16899	36	02.8.	66°13'N - 55°15'W	192	ler (sten)
16900	25	02.8.	66°21'N - 54°56'W	280 - 290	sten
16901	24	02.8.	66°19'N - 54°44'W	98 - 124	skaller
16902	23	02.8.	66°16'N - 54°28'W	70 - 78	klippe/sten, skaller
16903	81	02.8.	66°26'N - 54°40'W	360 - 370	ler
16904	26	02.8.	66°24'N - 55°07'W	180 - 185	sten, ler
16905	40	03.8.	66°24'N - 55°23'W	200 - 222	ler, sten
16906	39	03.8.	66°22'N - 56°00'W	175	sten
16907	41	03.8.	66°32'N - 56°19'W	195 - 198	sten, grus
16908	43	03.8.	66°37'N - 56°30'W	335 - 360	sten
16909	44	03.8.	66°37'N - 55°45'W	150 - 160	sand, skaller
16910	42	03.8.	66°34'N - 55°09'W	150 - 155	sten, skaller
16911	29	04.8.	66°34'N - 54°33'W	130 - 154	skaller, klippe ?
16912	28	04.8.	66°32'N - 54°21'W	400	ler, sand
16913	27	04.8.	66°30'N - 54°08'W	155	klipper (?)
16915	30	04.8.	66°39'N - 53°59'W	70	klippe
16916	33	04.8.	66°45'N - 53°44'W	105 - 141	klippe ?, sten
16917	34	04.8.	66°47'N - 53°51'W	350 - 403	ler, mudder
16918	35	04.8.	66°50'N - 54°01'W	65 - 70	sten, skaller (sand)

D A N A 1975 (fortsat)

DANA	GF				
St.nr.	St.nr.	Dato	Position	Dybde (m)	Bundtype/redskab
16919	46	05.8.	65°51'N - 54°22'W	33	skaller, grus, sten
16920	47	05.8.	66°52'N - 54°38'W	43 - 47	grus
16921	45	05.8.	66°45'N - 54°30'W	49	skaller, grus
16922	32	05.8.	66°41'N - 54°17'W	150 - 170	sand, skaller
16923	31	05.8.	66°41'N - 54°06'W	475 - 510	ler, sand, sten, mudder
16924	82	05.8.	66°38'N - 54°08'W	460	ler
16925	62	07.8	67°30'N - 54°30'W	38 - 40	skaller, (sten)
16926	67	07.8.	67°39'N - 54°08'W	25	skaller
16927	79	07.8.	67°49'N - 54°03'W	116 - 132	skaller
16928	80	07.8.	67°55'N - 53°58'W	160 - 225	klippe
16929	77	07.8.	68°00'N - 54°22'W	65	skaller, (sten)
16930	78	08.8.	67°49'N - 54°30'W	40	skaller, grus, sten
16931	76	08.8.	68°00'N - 54°53'W	40	skaller, (sten)
16932	75	08.8.	68°00'N - 55°30'W	80	sten
16933	74	08.8.	68°00'N - 56°15'W	156 - 160	sten, sand
16934	73	08.8.	68°00'N - 56°45'W	205	sten, sand, grus
16936	72	08.8.	68°00'N - 57°15'W	290	ler, sand
16937	71	09.8.	67°45'N - 57°15'W	216 - 220	sten, grus, sand, ler
16938	70	09.8.	67°45'N - 56°48'W	200	ler, sten
16939	69	09.8.	67°45'N - 55°30'W	71 - 75	sand, (sten)
16940	68	09.8.	67°41'N - 54°52'W	38 - 40	sand, skaller
16841	61	09.8.	64°22'N - 54°53'W	50	sand, skaller
16942	63	10.8.	67°30'N - 55°30'W	70	sten, klippe ?
16943	64	10.8.	67°30'N - 56°15'W	132 - 134	sten, and, skaller, klippe
16944	65	10.8.	67°30'N - 57°00'W	220	ler, sten
16945	66	10.8.	67°30'N - 57°30'W	230	sten (ler)
16946	59	10.8.	67°15'N - 57°00'W	300 - 325	sten
16947	60	10.8.	67°22'N - 56°40'W	202 - 210	sten, ler
16948	54	11.8..	67°07'N - 56°00'W	140 - 142	sten, skaller
16949	55	11.8.	67°07'N - 56°24'W	200	sten
16950	51	11.8.	67°00'N - 56°48'W	575 - 580	ler
16951	50	11.8.	66°52'N - 56°35'W	400 - 410	ler, sten
16952	49	11.8.	66°52'N - 56°21'W	200 - 210	sten
16953	48	11.8.	66°52'N - 56°00'W	150	sten
16954	58	12.8.	67°15'N - 55°22'W	75 - 78	sten, sand, skaller
16955	53	12.8	67°05'N - 54°45'W	70	skaller
16956	52	12.8.	67°07'N - 54°07'W	100	skaller

DANA	GF				
St.nr.	St.nr.	Dato	Position	Dybde (m)	Bundtype/redskab
16914	81	04.8.	66°25'N - 54°40'W	370	rejetrawl
16957	81	12.8.	66°32'N - 54°38'W	300	rejetrawl
16958	100	12.8.	66°25'N - 54°24'W	60	pilkning
16959	101	13.8.	65°03'N - 53°28'W	55	pilkning
16960	102	13.8.	65°02'N - 53°20'W	45	pilkning
16961	103	13.8.	64°14'N - 52°49'W	ca. 42	pilkning
16935	83	08.8.	68°11'N - 57°25'W	420	rejetrawl

Tabel 2

Fortegnelse over stationsnumre, data og positioner
for materiale indsamlet i 1976 fra ADOLF JENSEN.

ADOLF JENSEN 1976

St.nr.	Dato	Position	Dybde (m)	Bundtype
5235		66°54'N - 53°37'W	300 - 400	
5267		69°14'N - 57°16'W	300 - 400	
5278		68°48'N - 51°26'W	300 - 400	
5291	21.8.	66°41'N - 55°09'W	100 - 101	sand, skaller (sten)
5292	21.8.	66°44'N - 55°00'W	74	
5293	21.8.	66°48'N - 54°52'W	57	skaller, sand (sten)
5294	21.-22.8.	66°50'N - 54°45'W	59	sand, skaller
5295	22.8.	66°52'N - 54°39'W	37	sand, skaller, sten
5296	22.8.	66°55'N - 54°34'W	48	sand, skaller, sten
5297	22.8.	67°00'N - 54°20'W	64 - 70	ler,sand,skaller,sten(klippe)
5298	22.8.	67°03'N - 54°12'W	70	sand, skaller, sten, ler
5299	23.8.	67°05'N - 54°07'W	80 - 95	skaller, ler
5300	23.8.	67°08'N - 54°08'W	70	
5301	23.8.	67°15'N - 54°13'W	40 - 50	sand, skaller, sten
5302	24.8.	67°22'N - 54°21'W	40 - 42	sand, skaller
5303	24.8.	67°30'N - 54°30'W	35 - 38	sand, skaller, sten
5304	24.8.	67°34'N - 54°17'W	24	sten, skaller
5305	24.8.	67°39'N - 54°05'W	26	sand, skaller, sten
5306	25.-26.8.	66°09'N - 56°11'W	176	sand, sten, ler, mudder
5307	26.8.	66°13'N - 56°20'W	300	klippe
5308	26.8.	66°13'N - 56°22'W	200	klippe
5309	28.8.	67°39'N - 54°17'W	17 - 18	sand
5310	28.8.	67°47'N - 54°24'W	28	
5311	28.8.	67°52'N - 54°30'W	34	sand, skaller
5312	28.8.	68°00'N - 54°22'W	57 - 60	sand, skaller, sten

ANALYSEFORSKRIFTER

A N A L Y S E F O R S K R I F T E R

HYDROCARBONANALYSE

Alle opløsningsmidler destillerer før brug.

Faste reagenser prækstraheres med destilleret pentan, og alle glasvarer renses ved vask med pentan.

Oprensning og opkoncentrering

Ca. 20 g (våd vægt) af biologisk materiale (dog kun ca. 2,5 g levervæv) eller ca. 50 g af en sedimentprøve anvendes til hver analyse. Analysematerialet optøes umiddelbart inden analyseringen. Ved muslingerne anvendes kun bløddelene til analyse.

Efter homogenisering i en blender forsæbes prøvematerialet ved kogning under tilbagesvaling med 67 g KOH pr. liter 80% methanol. Der skal være mindst 25% vand i forsæbningsblandingen. Eventuelt tilsættes derfor ekstra vand (f.eks. ved leverprøver).

Efter afkøling vakuumfiltreres prøven, hvis der findes fast materiale (sediment og skaller m.m.). Remanensen vaskes med pentan.

Forsæbningsblandingen eller det samlede filtrat ekstraheres tre gange med pentan. Pentanekstraktet tørres over Na_2SO_4 .

Ekstraktet opkoncentreres under reduceret tryk til et par ml (rotationsinddamper) og overføres til en kolonne med lige dele Al_2O_3 og SiO_2 (Al_2O_3 øverst). Al_2O_3 og SiO_2 er aktiveret natten over ved henholdsvis 250°C og 120°C og derefter er begge deaktiveret med 5% vand. (Forholdet mellem kolonnemateriale og ikke-forsæbelige lipider skal være mindst 100:1).

Ekstraktet elueres derefter med 1,5 kolonnevolumen (fra 15 til 75 ml) pentan + benzen (80 + 20). Eluatet indampes og genopløses i en lille mængde CCl_4 . Nogle mikroliter anvendes til gaschromatografisk analyse.

Eluatet indeholder alkaner, cycloalkaner, alken, cycloalkener og aromatiske hydrocarboner med 2 og 3 ringe.

Gaschromatografi

Der anvendes en Hewlett Packard Model 5830 A med flammeionisations-detektor (FID). Ovntemperaturen programmeres fra 85°C til 275°C , $4^\circ\text{C}/\text{min}$. En glaskolonne på 1,8 m pakket med 3% OV 1 benyttes. Kvælstof (N_2) anvendes som bæregas med et flow på ca. 30 ml/min. Hydrocarboner med fra 12 til 36 kulstofatomer medbestemmes.

Som indre standard anvendes C_{22} , idet der almindeligvis udføres 2 analyser pr. prøve, én med og én uden indre standard. C_{22} synes at være særdeles velegnet, når det drejer sig om ukontamineret, biologisk materiale, idet det naturlige C_{22} -indhold er negligibelt.

En n-alkan standard-blanding (C_{12} - C_{36} med undtagelse af C_{33}) af kendt koncentration benyttes til at bestemme detektorrespons pr. vægtenhed alkan.

FEDTBESTEMMELSE

5 g materiale udtrækkes med 150 ml n-pentan i Soxhletapparat natten over. Efter tørring af pentanfasen med Na_2SO_4 og indampning bestemmes de n-pentan-ekstraherbare fedtstoffer ved vejning.

TØRVÆGTSBESTEMMELSE

Prøvematerialet tørres til konstant vægt ved 105°C . Tørvægt bestemmes ved vejning.

GLØDETAB

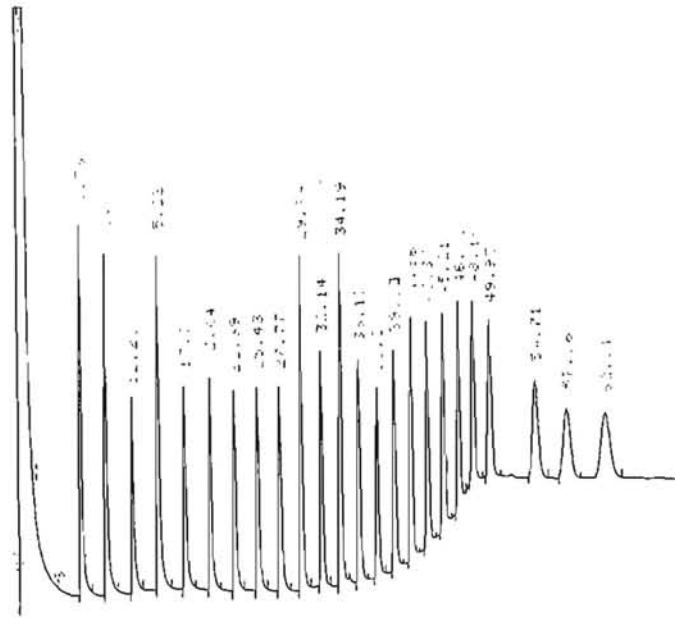
bestemmes ved glødning af tørstoffet i $\frac{1}{2}$ time ved 600°C .
Glødetabet bestemmes ved vejning.

MASSESPEKTROMETRI

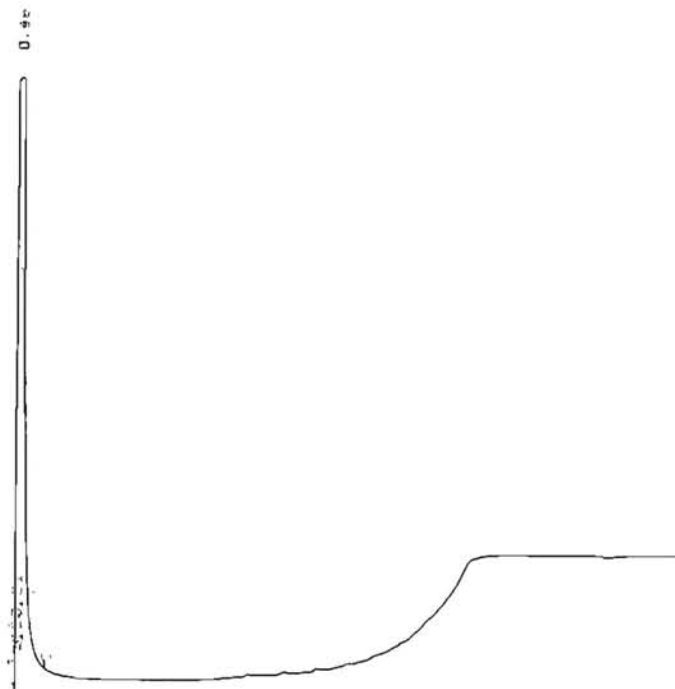
GC/MS-undersøgelser er udført med en Varian 2700 gaschromatograf koblet til et Varian Mat 311 massespektrometer gennem en to-trins Biemann-Watson separator. Spektre og massefragmentogrammer er optaget ved følgende betingelser:

Separator temperatur:	250°C
Ionkilde temperatur:	225°C
Accelerationsspænding:	3 KV
Elektronenergi:	70 eV

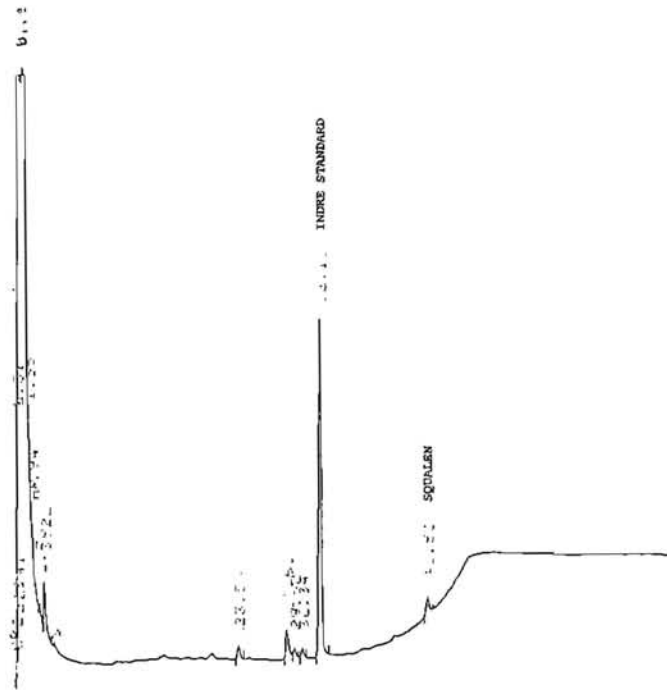
G A S C H R O M A T O G R A M M E R



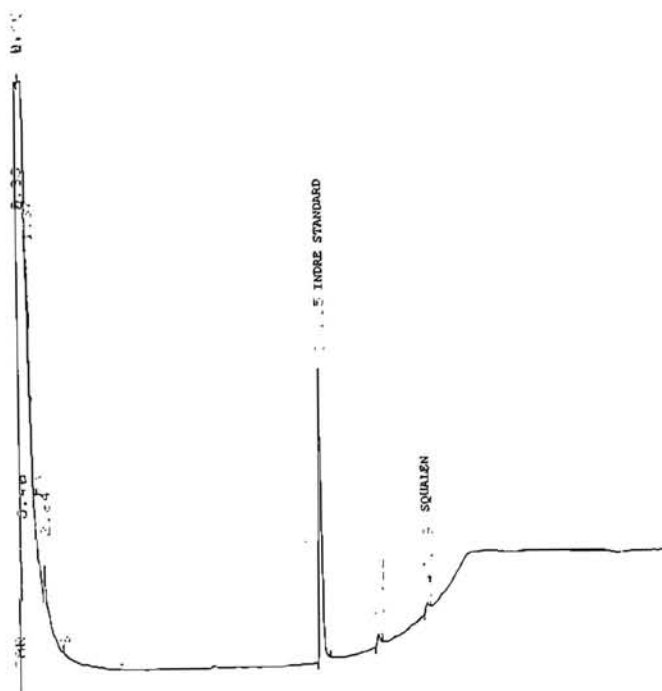
n-alkan standard ($C_{12} - C_{36}$, C_{33} mangler)



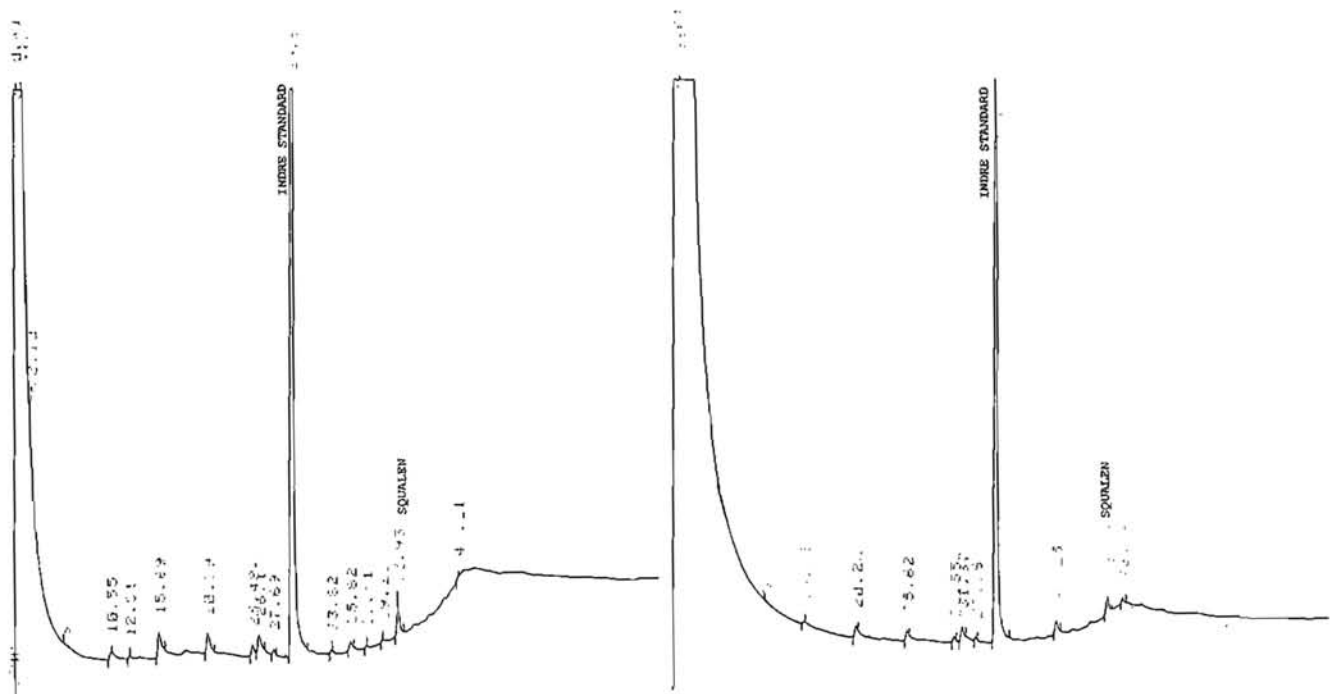
blind (ingen hydrocarboner)



Sediment fra 1975 (3 F 1)

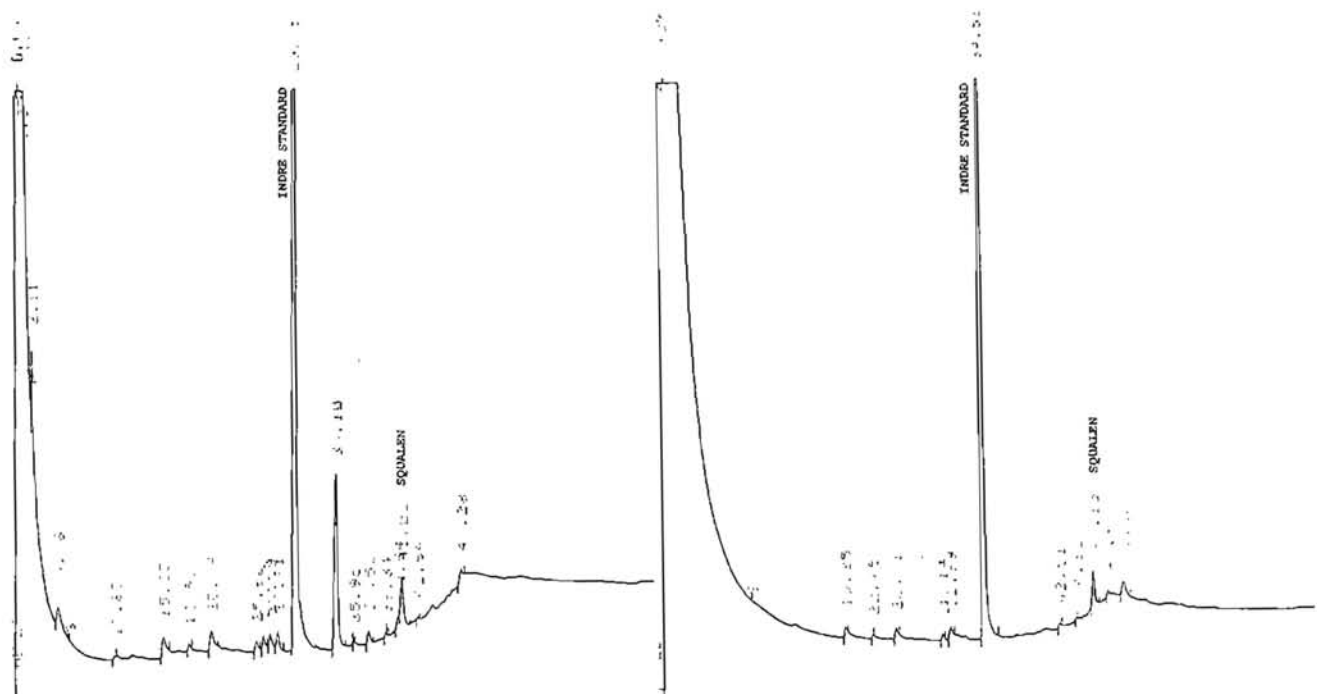


Sediment fra 1975 (15 B 2)



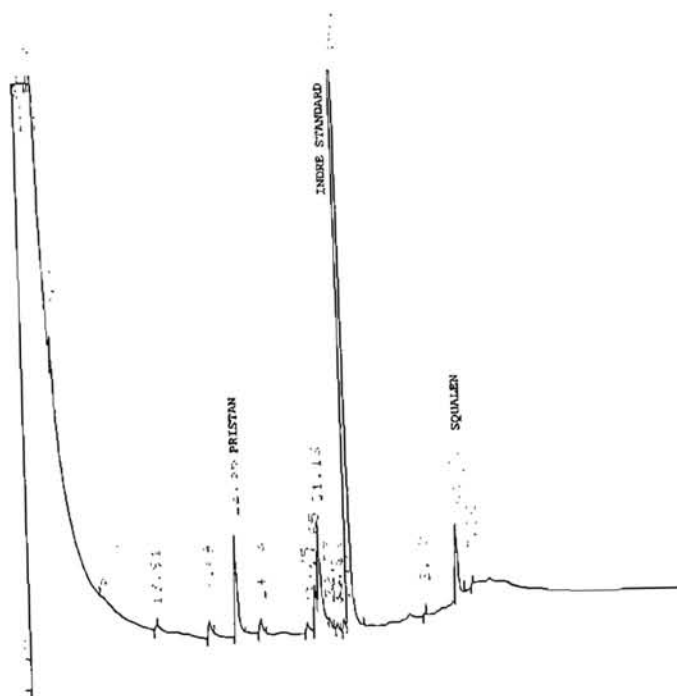
til venstre: Sediment fra 1976 (5295 b)

til højre: Sediment fra 1976 (5302)

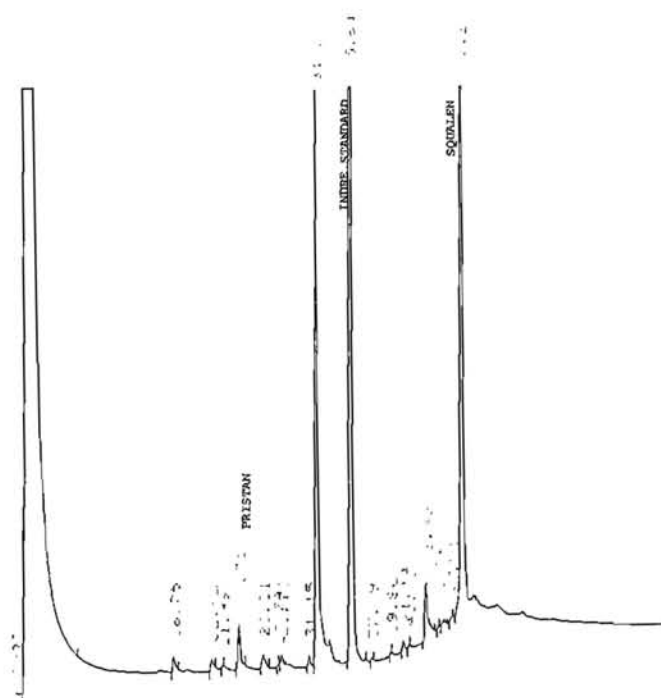


til venstre: Sediment fra 1976 (5306 b)

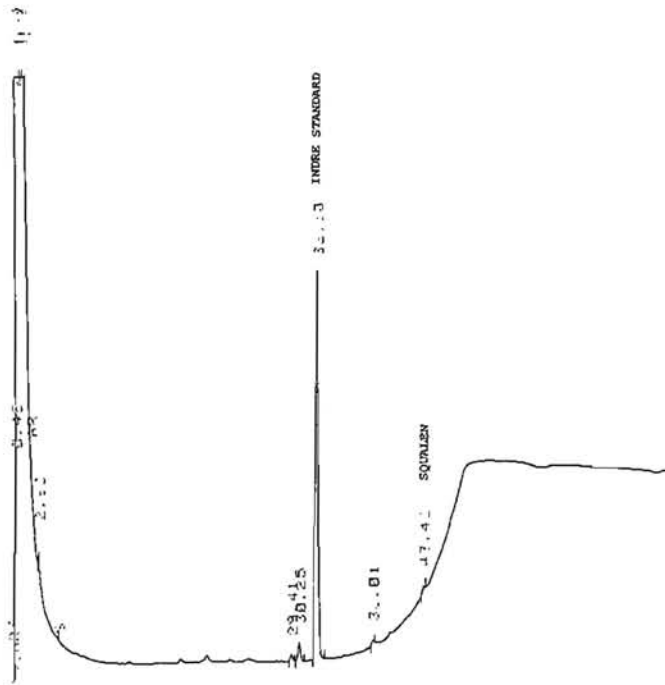
til højre: Sediment fra 1976 (5312)



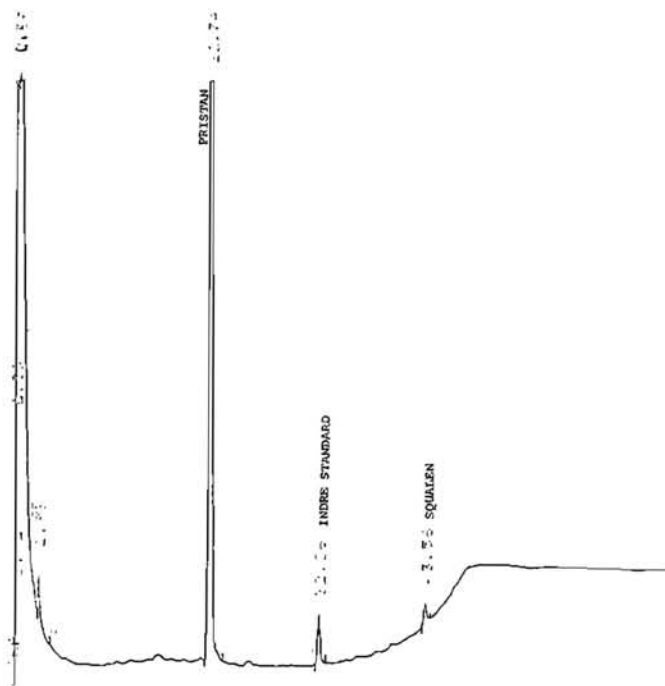
Mosdyr Acyonidium gelatinosum fra 1976 (5310)



Sjøpølse Cucumaria frondosa fra 1976 (5295)

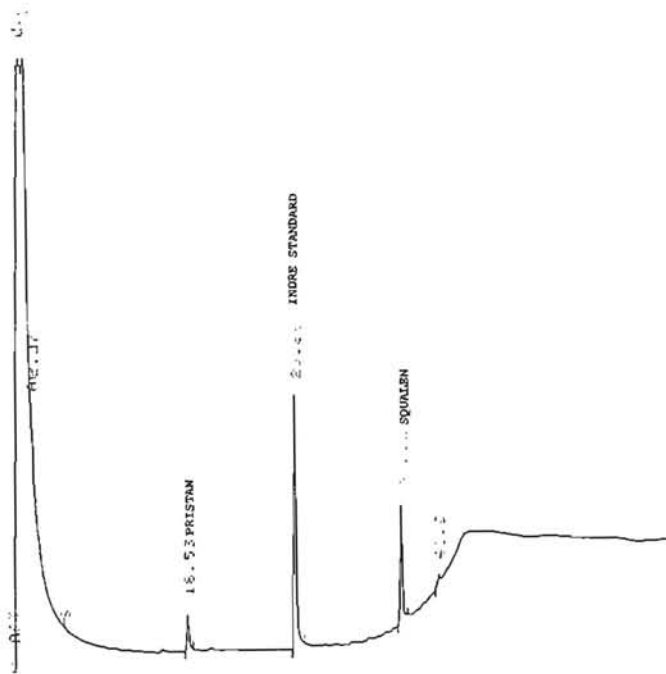


Musling Astarte crenata fra 1975 (1)

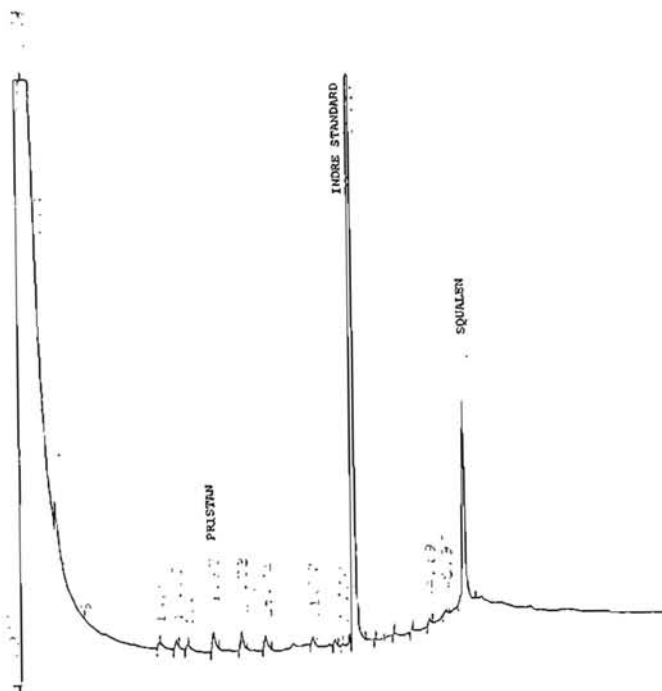


Reje Pandalus borealis fra 1975 (83)

3.6

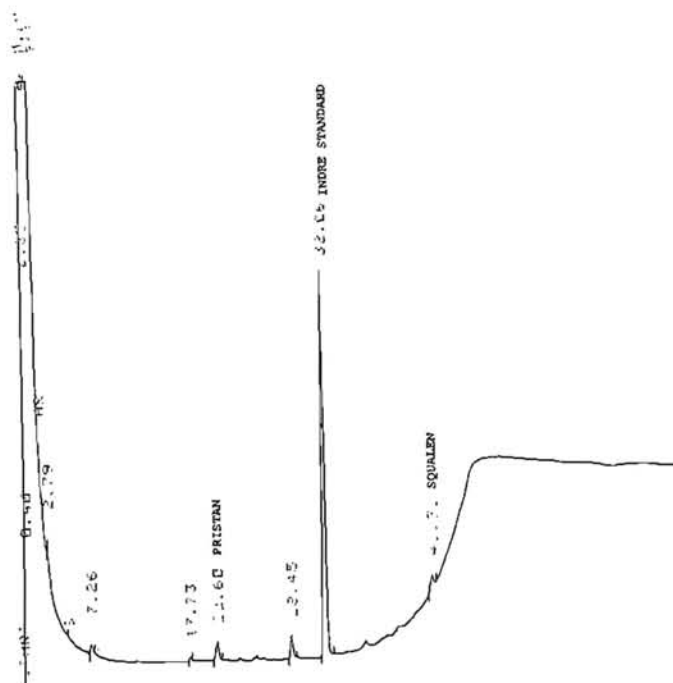


Søstjerne Solaster endeca fra 1975 (23)

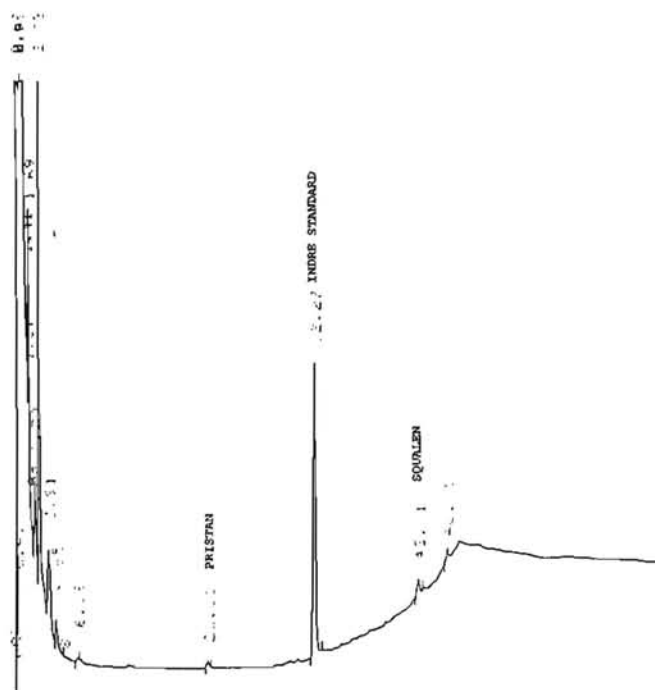


Søstjerne Solaster endeca fra 1976 (5296)

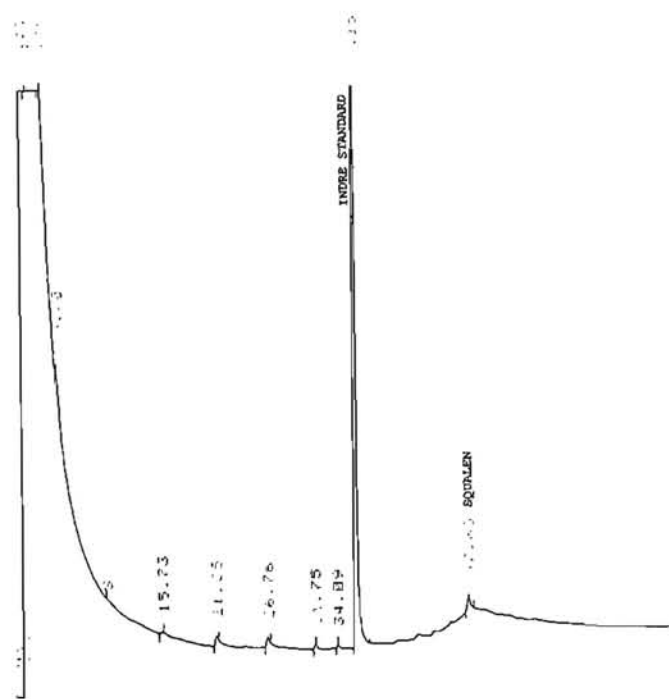
3.7



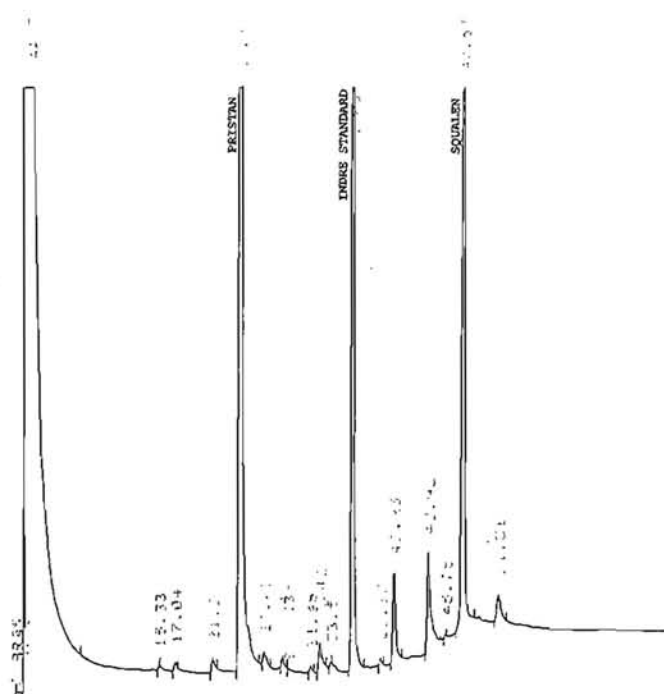
Søstjerne Lepstasterias polaris fra 1975 (15)



Søpung Boltenia ovifera fra 1975 (23 A 6)

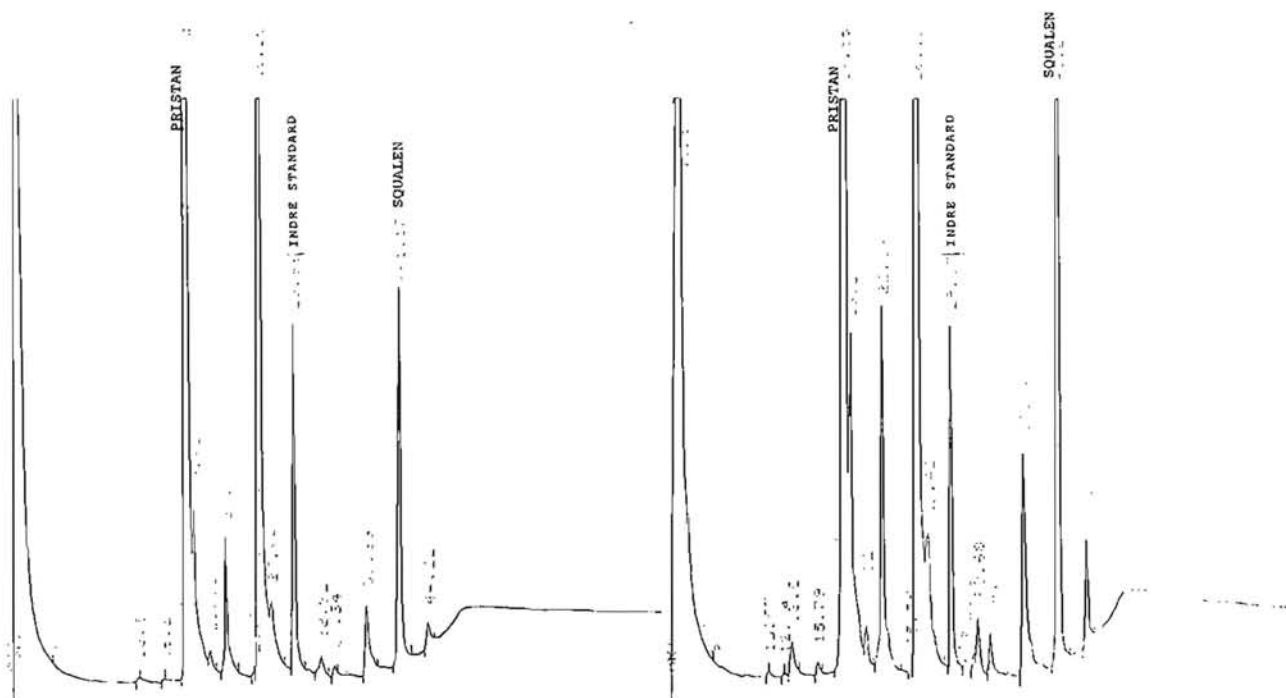


Krabbe Hyas coarctatus fra 1976 (5291)



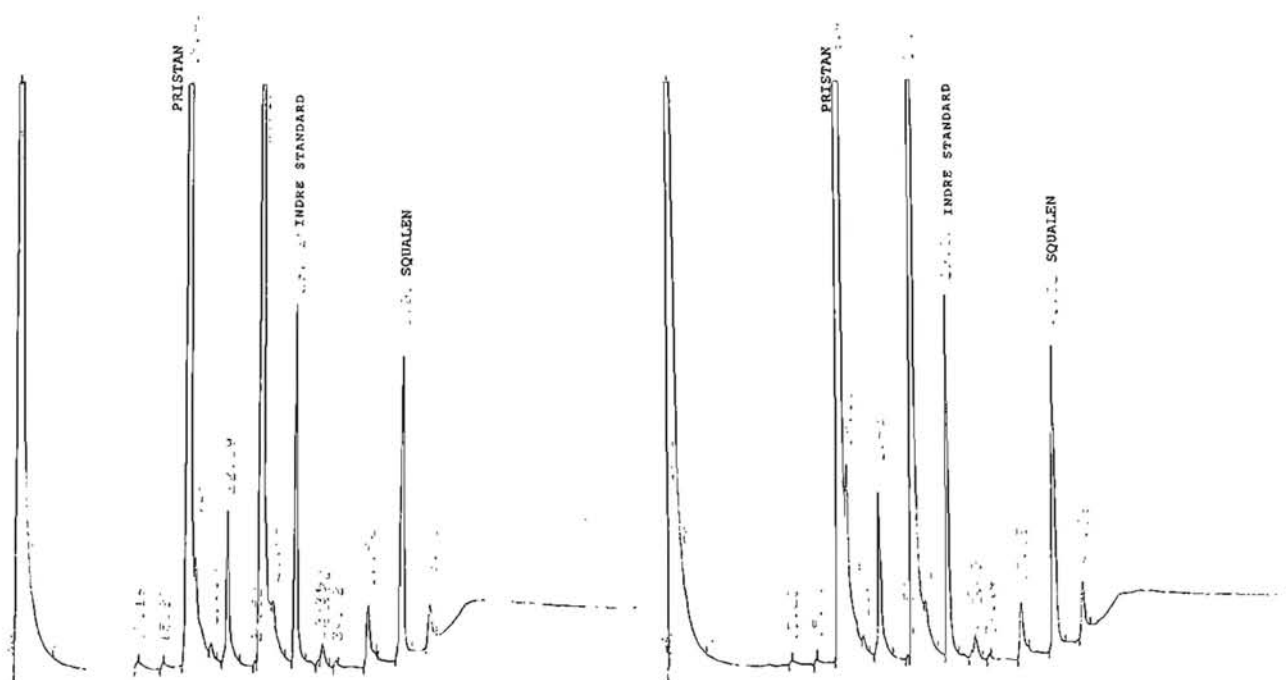
Tobis Ammodytes lancea fra 1976 (5293)

3.9



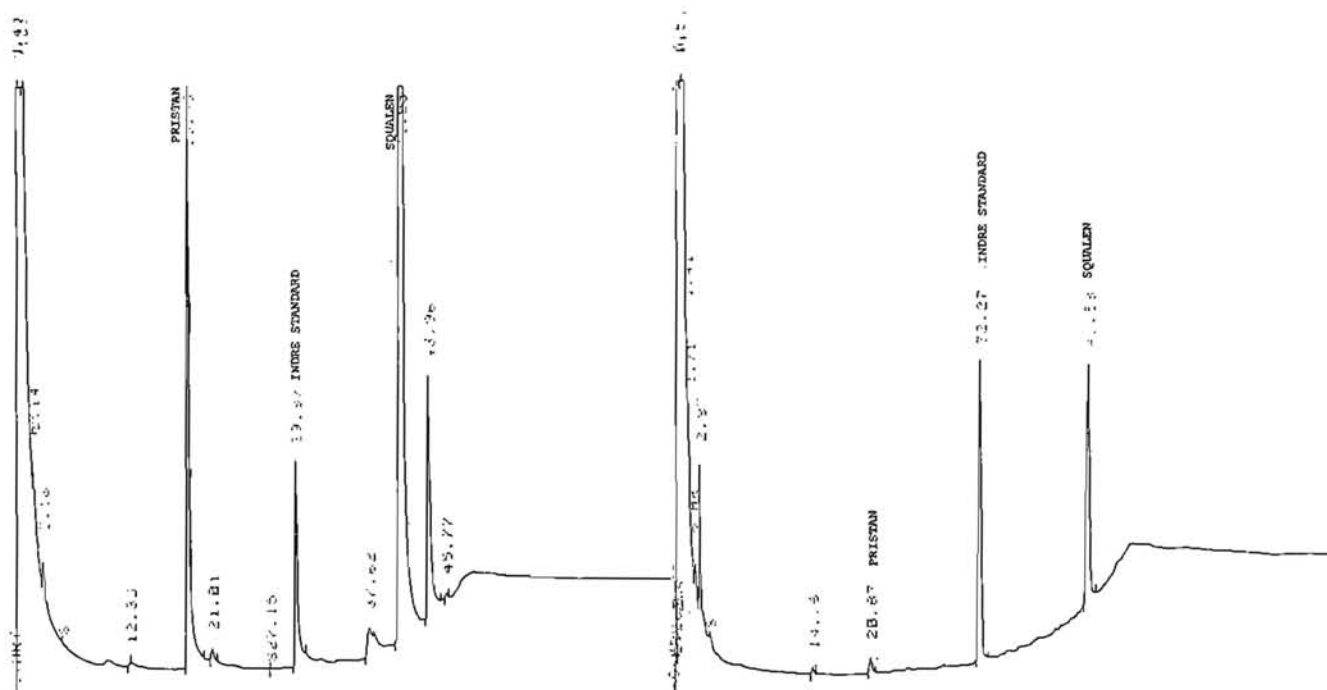
til venstre: Blæksprutte Gonatus fabricii fra 1976 (A 5235)

til højre: Blæksprutte Gonatus fabricii fra 1976 (B 5267)



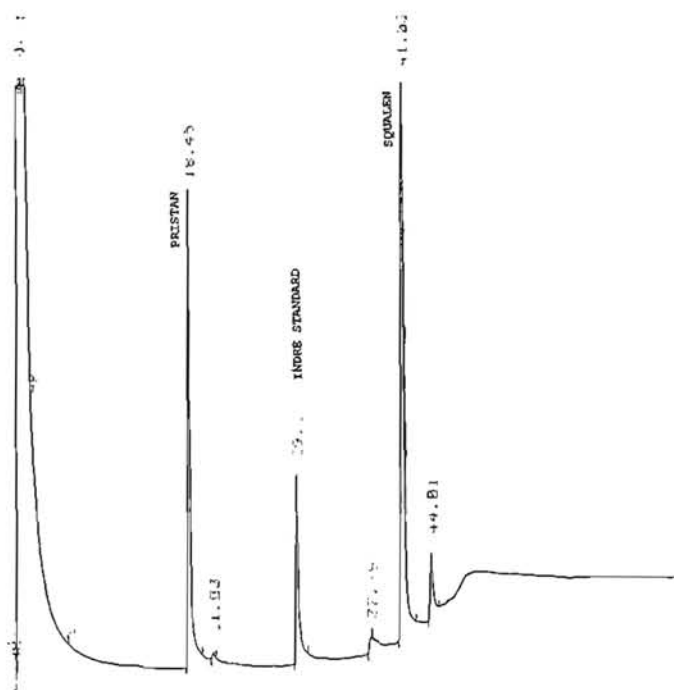
til venstre: Blæksprutte Gonatus fabricii fra 1976 (C 5278)

til højre: Blæksprutte Gonatus fabricii fra 1976 (D 5278)



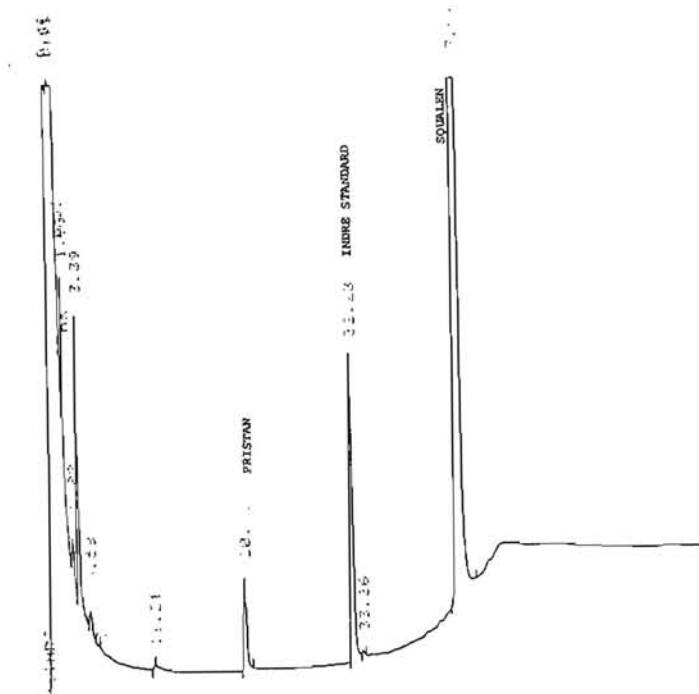
til venstre: Torsk Gadus morhua (lever) fra 1975 (102 A4)

til højre: Torsk Gadus morhua (muskel) fra 1975 (102 A4)

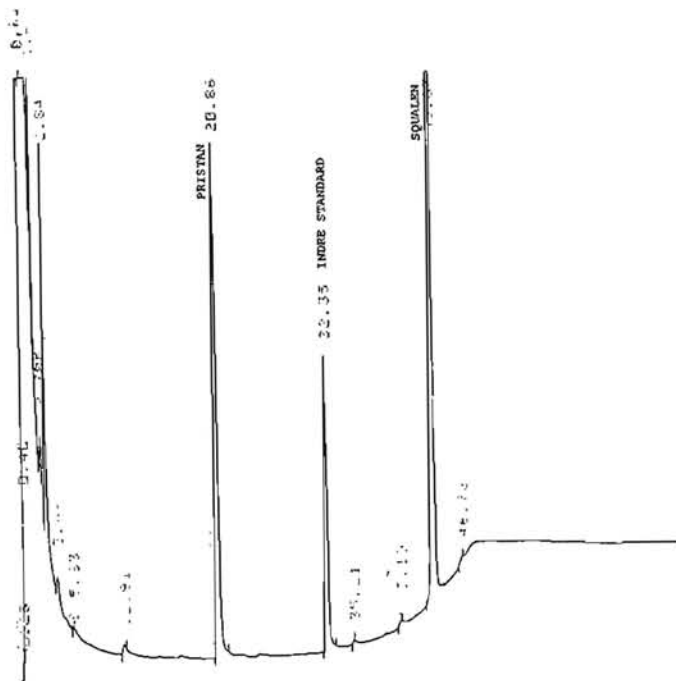


Uvak Gadus ogac (lever) fra 1975 (101 A25)

3.11

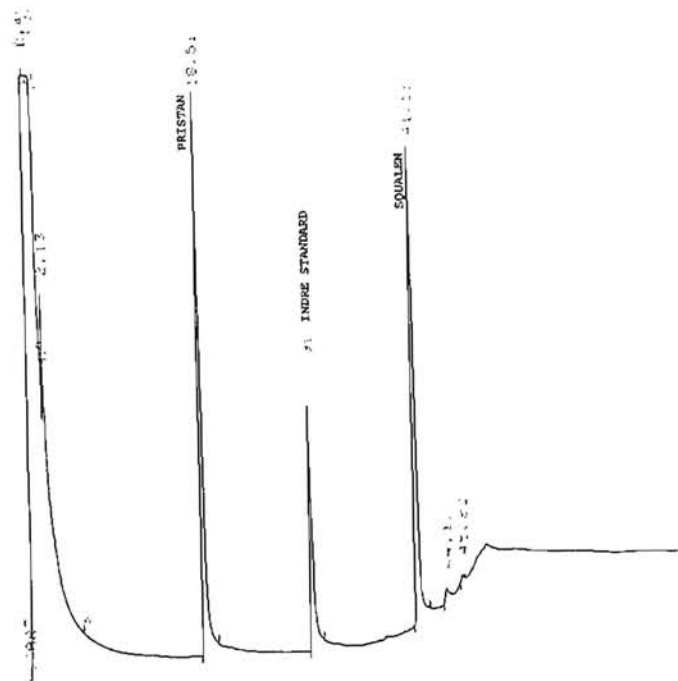


Hellefisk Reinhardtius hippoglossoides (lever) fra 1975 (83 A4)

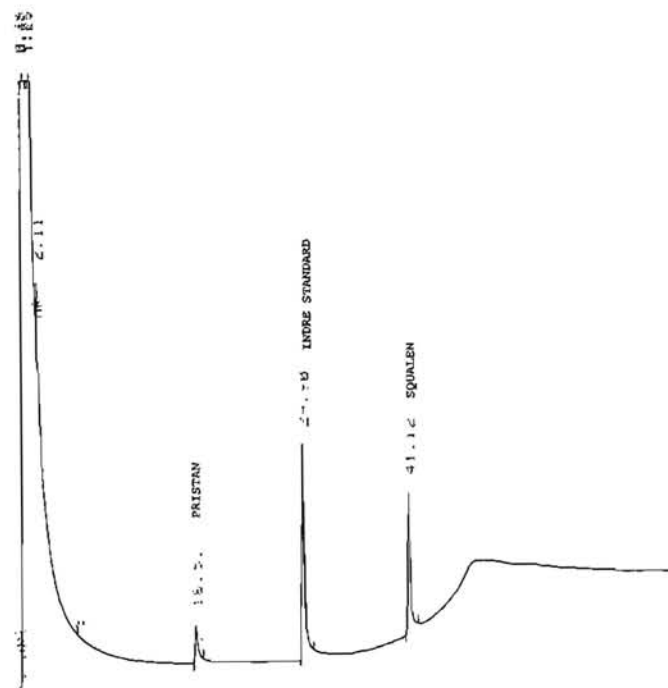


Hellefisk Reinhardtius hippoglossoides (muskel) fra 1975 (83 A4)

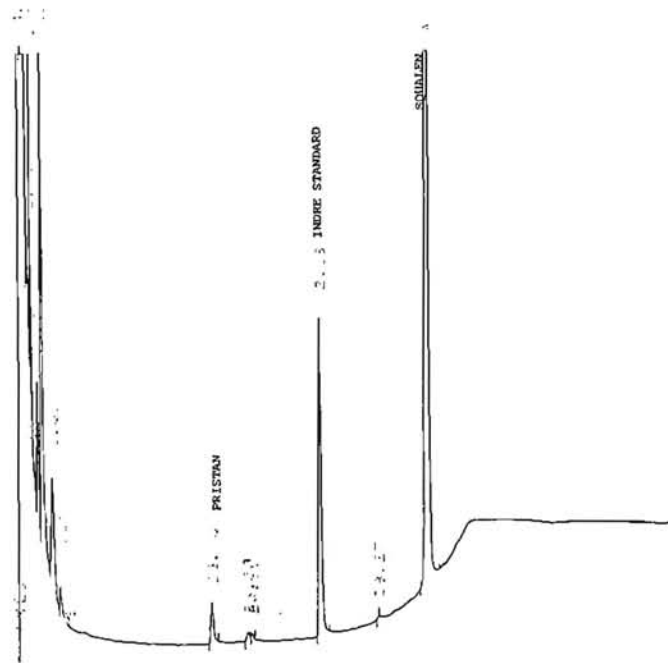
3.12



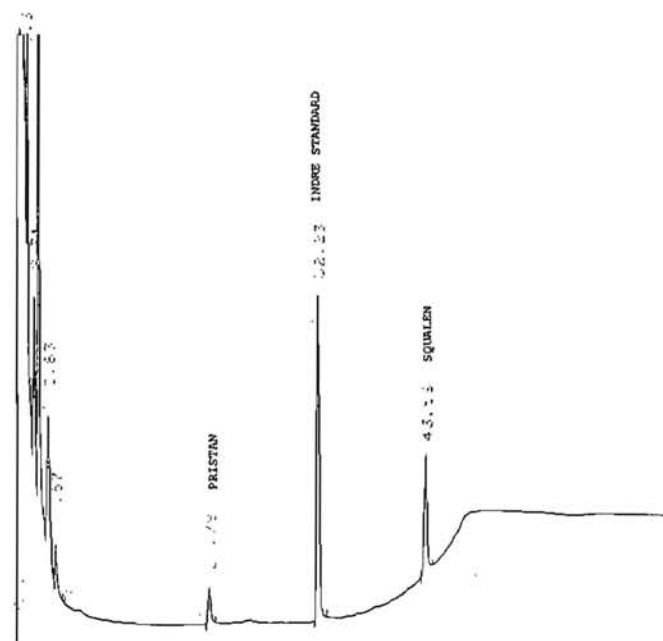
Håising Hippoglossoides platessoides (lever) fra 1975 (2Q)



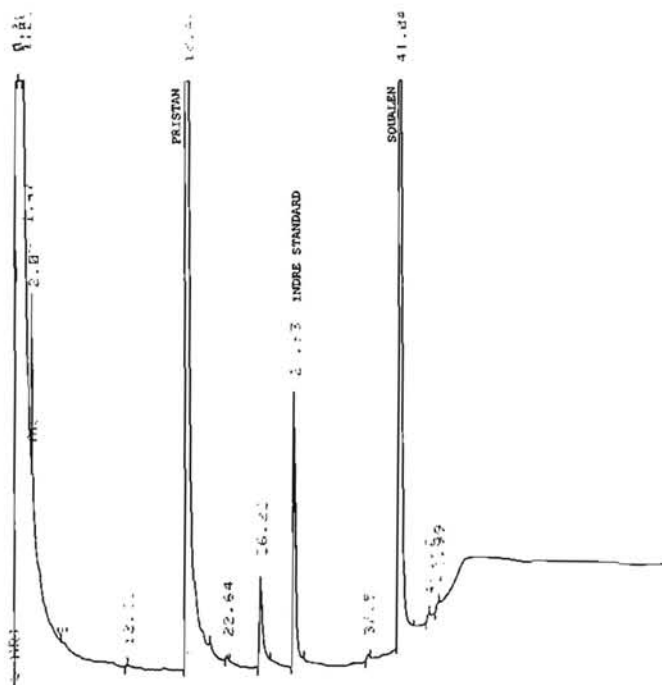
Håising Hippoglossoides platessoides (muskel) fra 1975 (2 Q)



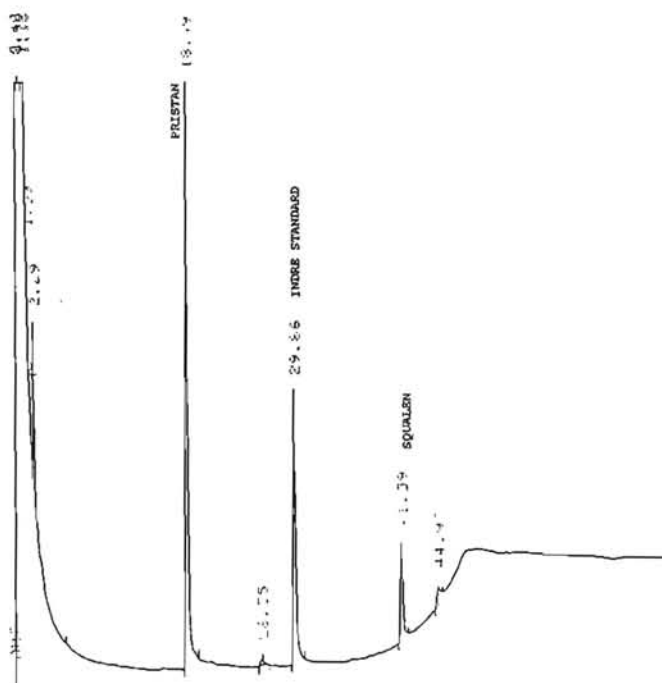
Havkat Anarhichas lupus (lever) fra 1975 (102 A2)



Havkat Anarhichas lupus (muskel) fra 1975 (102 A 2)



Rødfisk Sebastes marinus (lever) fra 1975 (83A 16)



Rødfisk Sebastes marinus (muskel) fra 1975 (83A 16)

A N A L Y S E R E S U L T A T E R

TABEL 1. HYDROCARBONSAMMENSETNING (PÅ BASIS AF TØR VÆGT) I SEDIMENTER INDSAMLET 1975.

STATION	3	3	6	6	15	31	32	37	37	40	41	51	58	64	71	74	76	MIDDEL- VÆRDI
PRØVE NR.	F1	F2	B1	B2	B2	C1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	B1	B1	B1	A1	A1	
TØR VÆGT mg/g	481	538	847	812	793	435	762	730	603	650	867	846	837	810	765	805	887	733
RETENTIONS- INDEX	µg/g TØR VÆGT																	µg/g TØR VÆGT
17.1 PRISTAN	-	-	-	-	-	-	0.04	0.08	0.08	-	0.02	-	-	0.02	-	-	-	0.014
18.1	0.08	0.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.012
20.4	0.18	0.35	-	-	-	-	0.01	0.99	0.86	-	-	0.20	-	0.05	-	-	-	0.155
20.7	0.06	0.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.016
21.1	0.04	0.17	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.015
24.2	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-	0.10	-	-	-	-	-	-	0.009
26.0	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.05	-	-	-	-	-	0.03	0.01	-	0.008
27.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.001
28.0 SQUALEN	0.10	-	0.30	0.12	0.04	1.13	0.04	0.10	0.10	0.14	0.08	-	0.19	0.07	0.03	0.12	0.10	0.156
29.9	-	-	-	-	-	-	-	0.08	0.08	-	-	0.05	-	-	-	-	-	0.012
31.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-
TOTAL	0.46	0.84	0.30	0.12	0.09	1.13	0.13	1.30	1.17	0.14	0.20	0.25	0.19	0.14	0.06	0.15	0.10	0.40
DETEKTIONSGRENSE	0.01	0.01	0.05	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	

TABEL 2. HYDROCARBONSAMMENSETNING (PÅ BASIS AF TØR VÆGT) I SEDIMENTER INDSAMLET 1975.

STATION	5291	5292 _a	5292 _b	5293	5294	5295 _a	5295 _b	5296	5297 _a	5297 _b	5298	5299	5301	5302	5303	5304	5305	5306 _a	5306 _b	5309	5311 _a	5311 _b	5312	MIDDEL- VÆRDI
TØR VÆGT mg/g	784	787	801	776	786	805	819	803	810	700	718	719	827	804	804	832	694	782	779	831	810	798	839	
GLØDETAB mg/g	5.5	-	5.5	9.3	-	3.5	4.2	-	4.6	18.6	17.8	17.9	3.1	5.1	3.1	4.9	3.3	10.0	13.9	2.6	3.3	3.9	3.5	
TØR VÆGT	5.5	-	5.5	9.3	-	3.5	4.2	-	4.6	18.6	17.8	17.9	3.1	5.1	3.1	4.9	3.3	10.0	13.9	2.6	3.3	3.9	3.5	
RETENTIONS- INDEX	µg/g TØR VÆGT																							µg/g TØR VÆGT
17.1 PRISTAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	0.0003
18.6	-	-	-	-	-	-	-	-	0.004	-	-	0.004	-	-	-	-	-	-	0.005	-	-	-	-	0.0006
18.9	-	-	-	-	-	-	-	0.001	0.050	0.002	0.020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0032
20.4	-	-	0.002	-	-	-	0.010	0.004	0.007	0.390	0.012	-	0.014	-	-	-	0.005	-	0.003	0.005	0.004	0.022	0.007	0.0111
20.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.024	-	0.010	-	-	-	-	0.006	-	0.013	0.021	-	0.0033
21.1	-	-	0.002	-	-	-	0.002	0.004	0.012	0.055	0.030	0.022	-	0.003	-	-	-	-	0.007	-	-	-	-	0.0058
23.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	-	-	0.001	-	-	-	0.001	-	-	-	0.0003
24.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.100	0.080	-	-	-	-	0.0078
25.2	-	-	-	-	0.009	-	0.004	0.009	-	0.003	0.001	0.018	-	0.010	-	-	-	-	-	0.002	-	-	-	0.0024
26.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.001	0.003	-	-	-	-	-	-	0.005	-	-	-	-	0.0005
27.5	-	-	-	-	0.005	-	-	-	-	0.002	0.002	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0003
28.0 SQUALEN	0.021	0.030	0.035	0.010	0.007	0.008	0.016	0.024	0.022	0.050	0.093	0.020	0.021	0.011	0.018	0.015	0.025	0.023	0.020	0.004	0.025	0.017	0.027	0.0236
28.6	-	-	-	-	-	-	-	0.002	-	-	-	-	-	0.003	-	-	-	-	-	0.001	0.002	-	-	0.0006
29.8	-	-	0.001	-	0.001	-	-	0.012	-	0.003	-	0.009	-	-	-	-	-	-	0.001	-	-	-	-	0.0012
30.6	-	-	0.010	-	-	-	-	0.009	0.035	0.002	-	-	-	-	-	-	0.001	-	-	-	-	-	-	0.0025
32.6	-	-	-	-	0.002	-	-	-	-	-	0.040	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0018
32.0	-	-	0.001	-	-	-	-	-	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0001
32.6	-	-	0.004	-	-	-	-	-	0.002	0.024	-	-	0.001	-	-	-	0.002	-	0.004	-	-	-	-	0.0012
TOTAL	0.021	0.030	0.055	0.010	0.024	0.008	0.032	0.055	0.053	0.610	0.185	0.130	0.036	0.036	0.018	0.018	0.031	0.123	0.131	0.013	0.044	0.065	0.035	0.075
DETEKTIONSGRENSE	0.01	0.01	0.001	0.01	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.01	0.001	0.001	0.01	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	

TABEL 3. HYDROCARBONSAMMENSÆTNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT OG TØR VÆGT) I MOSDYR (ALCYONIDIUM GELATINOSUM) INDSAMLET 1975

STATION	2	19	29	MIDDELVÆRDI
TØR VÆGT mg/g	-	95	91	
LIPIDINDHOLD mg/g	< 1	-	-	
RETENTIONS- INDEX	µg/g våd vægt	µg/g våd vægt tør vægt	µg/g våd vægt tør vægt	µg/g våd vægt
17.1 PRISTAN	-	0.05	0.5	0.017
28.0 SQUALEN	0.50 ^{a)}	0.16	1.7	0.213
TOTAL	0.50	0.21	2.2	0.23
DETEKTIONSGRÆNSE	0.05	0.01	0.01	

a) IDENTIFICERET VED MASSESPEKTROMETRI.

TABEL 4. HYDROCARBONSAMMENSÆTNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT OG TØR VÆGT) I MOSDYR (ALCYONIDIUM GELATINOSUM) INDSAMLET 1976.

STATION	5310
TØR VÆGT mg/g	70
LIPIDINDHOLD mg/g	1.3
RETENTIONS- INDEX	µg/g våd vægt tør vægt
17.1 PRISTAN	0.178 2.5
20.4	0.015 0.20
20.7	0.279 3.9
25.8	0.002 0.02
28.0 SQUALEN	0.128 1.82
TOTAL	0.60 8.4
DETEKTIONSGRÆNSE	0.001

TABEL 5. HYDROCARBONSAMMENSETNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT OG TØR VÆGT) I ZOOPLANKTON INDSAMLET I 1975.

TABEL 5. HYDROCARBONSAMMENSÆTNING (PA-BASIS) AF VÅD VÆGT OG TØR VÆGT I 1200 LITRETSKYTTEKUGLE											
STATION		11		13		42		42		MIDDELVÆRDI	
PRØVE NR.		D1		C1		C1		C2			
TØR VÆGT mg/g		41		56		56		56		56	
LIPIDINDHOLD mg/g		-		< 1		< 1		-			
RETENTIONS-		µg/g		µg/g		µg/g		µg/g		µg/g	
INDEX		våd vægt	tør vægt	våd vægt	tør vægt	våd vægt	tør vægt	våd vægt	tør vægt	våd vægt	tør vægt
17.1	PRISTAN	0.90	22	1.00 ^{a)}	17.8	9.85 ^{a)}	175	0.68	12.1	3.11	56.7
20.4		-	-	-	-	-	-	0.08	1.4	0.02	0.35
28.0	SQUALEN	0.01	0.24	0.19	3.4	0.06	1.1	0.02	0.35	0.07	1.26
TOTAL		0.91	22.2	1.19	21.2	9.91	176	0.78	13.9	3.2	58
DETEKTIONSGRÆNSE		0.01		0.05		0.05		0.01			

a) IDENTIFICERET VED MASSESPEKTROMETRI.

TABEL 6. HYDROCARBONSAMMENSETNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT, TØR VÆGT OG LIPIDINDHOLD) I SØPØLSE (CUCUMARIA FRONDOSA) INDSAMLET 1975.

STATION	45		
TØR VÆGT mg/g	96		
LIPIDINDHOLD mg/g	9.9		
RETENTIONS- INDEX	µg/g		
	våd vægt	tør vægt	lipid
28.0 SQUALEN	0.08	0.82	8.0
TOTAL	0.08	0.82	8.0
DETEKTIONSGRÆNSE	0.01		

TABEL 7. HYDROCARBONSAMMENSETNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT, TØR VÆGT OG LIPIDINDHOLD) I SØPØLSE (CUCUMARIA FRONDOSA) INDSAMLET 1976.

STATION		5295		
TØR VÆGT	mg/g	81		
LIPIDINDHOLD	mg/g	6.9		
RETENTIONS- INDEX		µg/g		
		våd vægt	tør vægt	lipid
14.8		0.021	0.26	3.1
16.6		0.001	0.02	0.17
17.1	PRISTAN	0.057	0.70	8.2
19.0		0.012	0.14	1.7
20.6		0.788	9.74	114
23.0		0.003	0.04	0.44
23.9		0.002	0.02	0.22
24.6		0.012	0.14	1.67
24.8		0.002	0.02	0.22
25.6		0.097	1.00	14.1
26.6		0.002	0.02	0.22
27.2		0.008	0.09	1.1
28.0	SQUALEN	1.07	13.2	154
TOTAL		2.1	25	300
DETEKTIONSGRÆNSE		0.001		

TABEL 8. HYDROCARBONSAMMENSETNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT OG LIPIDINDHOLD) I MUSLINGER INDSAMLET 1975.

ART	ASTARTE CRENATA						MYTILUS EDULIS	
STATION	1		69		MIDDELVÆRDI		67	
LIPIDINDHOLD mg/g	8.3		8.3		8.3		12.5	
RETENTIONS- INDEX	µg/g		µg/g		µg/g		µg/g	
	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid
20.8	0.07	8.4	-	-	0.035	4.2	-	-
21.1	0.23	28	-	-	0.115	14.0	-	-
23.1	-	-	0.02	2.4	0.010	1.2	0.04	3.2
24.2	-	-	0.02	2.4	0.010	1.2	0.04	3.2
25.0	0.04	4.8	-	-	0.020	2.4	-	-
28.0 SQUALEN	0.06	7.0	-	-	0.030	3.5	0.02	1.6
TOTAL	0.40	48.2	0.04	4.8	0.22	27	0.10	8.0
DETEKTIONSGRÆNSE	0.01		0.01				0.01	

TABEL 9. HYDROCARBONSAMMENSÆTNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT, TØR VÆGT OG LIPIDINDHOLD) I REJE. (PANDALUS BOREALIS) INDSAMLET I 1975.

STATION	81			83		MIDDELVERDI	
TØR VÆGT mg/g	238						
LIPIDINDHOLD mg/g	18			25		22	
RETENTIONS- INDEX	µg/g			µg/g		µg/g	
	våd vægt	tør vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid
16.1	0.04	0.15	2.0	-	-	0.02	1.0
17.1 PRISTAN	0.93	3.9	52	37 ^{a)}	1480	25.5	766
18.1	0.02	0.07	0.9	-	-	0.01	0.5
25.0	0.38	1.59	21	-	-	0.19	10.5
28.0 SQUALEN	0.23	0.98	12.9	0.68	27	0.46	20.0
28.8	0.03	0.12	1.56	-	-	-	-
TOTAL	1.65	6.8	91.7	37.7	1507	27	798
DETEKTIONSGRÆNSE	0.01			0.01			

- a) FLERE ANALYSER BLEV UDFØRT. RESULTATERNE ER 24, 36 OG 50 µg VÅD VÆGT. MIDDELVERDIEN ER ANFØRT I TABELLEN. IDENTIFICERET VED MASSESPEKTROMETRI.

TABEL 10. HYDROCARBONSAMMENSÆTNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT, TØR VÆGT OG LIPIDINDHOLD) I SØSTJERNER INDSAMLET I 1975.

ART	SOLASTER ENDECA						LEPTASTERIAS POLARIS						HIPPIASTERIA PRYGTANA	
STATION	2		23		MIDDELVERDI		15		45		MIDDELVERDI		7	
TØR VÆGT mg/g	264		305		285		297		285		291		267	
LIPIDINDHOLD mg/g	-		104				37		12.9		25		-	
RETENTIONS- INDEX	µg/g		µg/g		µg/g		µg/g		µg/g		µg/g		µg/g	
	våd vægt	tør vægt	våd vægt	tør vægt	lipid	våd vægt	tør vægt	lipid	våd vægt	tør vægt	lipid	våd vægt	tør vægt	lipid
14.9	0.30	1.14	-	-	-	0.150	0.570	-	-	-	-	-	-	-
16.0	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.04	0.37	-	-	-	-
17.1 PRISTAN	0.10	0.38	0.16	0.5	1.6	0.130	0.440	0.10	0.34	2.7	-	-	0.005	0.020
18.7	0.09	0.34	-	-	-	0.045	0.170	-	-	-	-	-	0.050	0.170
20.4	-	-	-	-	-	-	-	0.13	0.44	3.5	-	-	-	-
21.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26.0	0.05	0.19	-	-	-	0.025	0.095	-	-	-	-	-	-	-
27.3	0.09	0.34	-	-	-	0.045	0.170	-	-	-	-	-	-	-
28.0 SQUALEN	0.50	1.84	0.54	1.8	5.2	0.520	1.89	0.07	0.24	1.9	0.10	0.35	0.085	0.295
28.4	0.24	3.76	-	-	-	0.120	1.88	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	1.37	8.12	0.70	2.3	6.8	1.04	5.2	0.31	1.06	8.5	0.01	0.35	0.21	0.71
DETEKTIONSGRÆNSE	0.01		0.01					0.01			0.01			0.01

TABEL 11. HYDROCARBONSAMMENSETNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT, TØR VÆGT OG LIPIDINDHOLD) I SØSTJERNE (SOLASTER ENDECA) INDSAMLET I 1976.

STATION	5296		
TØR VÆGT mg/g	229		
LIPIDINDHOLD mg/g	23		
RETENTIONS- INDEX	µg/g		
	våd vægt	tør vægt	lipid
14.2	0.016	0.07	0.70
15.1	0.004	0.02	0.17
17.1 PRISTAN	0.044	0.19	1.91
26.4	0.011	0.05	0.48
28.0 SQUALEN	0.473	2.06	20.6
TOTAL	0.55	2.4	24
DETEKTIONSGRÆNSE	0.001		

TABEL 12. HYDROCARBONSAMMENSETNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT, TØR VÆGT OG LIPIDINDHOLD) I SØPUNG (BOLTENIA OVIFERA) INDSAMLET I 1975.

STATION	23		23		23		MIDDEL- VERDI
PRØVE NR.	A 4		A 5		A 6		
TØR VÆGT mg/g	-		84		69		
LIPIDINDHOLD mg/g	2		-		-		
RETENTIONS- INDEX	µg/g		µg/g		µg/g		våd vægt
	våd vægt	lipid	våd vægt	tør vægt	våd vægt	tør vægt	
14.2	-	-	0.12	1.4	-	-	0.040
17.1 PRISTAN	-	-	0.05	0.6	0.03	0.43	0.027
21.1	-	-	0.01	0.1	-	-	0.003
28.0 SQUALEN	0.06	30	0.10	1.2	0.09	1.30	0.083
29.9	-	-	-	-	0.01	0.15	0.005
TOTAL	0.06	30	0.28	3.3	0.13	1.88	0.16
DETEKTIONSGRÆNSE	0.01		0.01		0.01		

TABEL 13. HYDROCARBONSAMMENSETNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT OG TØR VÆGT) I SANDKRABBE (HYAS COARCTATUS) INDSAMLET 1976

STATION	5291	
TØR VÆGT mg/g	183	
LIPIDINDHOLD mg/g	3.8	
	µg/g	
RETENTIONSINDEX	våd vægt	tør vægt
21.1	0.002	0.01
28.0 SQUALEN	0.041	0.23
TOTAL	0.043	0.24
DETEKTIONSGRÆNSE	0.001	

TABEL 14. HYDROCARBONSAMMENSETNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT OG LIPIDINDHOLD) I BLEKSPRUTTE (GONATUS FABRICII) INDSAMLET 1976.

STATION	A 5235		B 5267		C 5278		D 5278		MIDDELVERDI	
LIPIDINDHOLD mg/g	664		569		518		714		616	
RETENTIONS- INDEX	våd vægt	lipid µg/g	våd vægt	lipid µg/g	våd vægt	lipid µg/g	våd vægt	lipid µg/g	våd vægt	lipid µg/g
14.1	-	-	0.12	0.21	-	-	-	-	0.030	0.053
14.7	-	-	0.10	0.18	-	-	-	-	0.025	0.045
15.0	0.32	0.48	3.5	6.2	0.38	0.73	0.14	0.19	1.09	1.90
16.0	0.32	0.48	1.0	1.8	0.30	0.58	0.27	0.38	0.47	0.81
17.1 PRISTAN ^{a)}	1850	2800	1700	3000	980	1900	1990	2800	1630	2630
17.4	51	76	38	66	28	54	43	60	40	64
18.1	5.1	7.6	4.5	7.9	3.6	7.1	3.6	5.2	4.2	7.0
18.8 ^{a)}	29	44	32	56	25	49	25	35	28	46
20.0	0.20	0.30	0.33	0.58	0.38	0.73	0.31	0.43	0.31	0.51
20.4 ^{a)}	400	610	420	740	350	670	310	440	370	620
20.7	25	37	24	42	17.3	34	13.6	19.1	20	33
22.5	-	-	1.1	1.9	-	-	-	-	0.28	0.48
23.2	-	-	1.1	1.9	0.69	1.3	0.76	1.1	0.65	1.08
23.4	5.6	8.4	5.3	9.5	4.4	8.5	4.5	6.2	5.0	8.2
24.2	1.6	2.3	3.5	6.2	0.70	1.4	0.43	0.60	1.56	2.6
26.0	19.5	29	23	40	13.2	25	9.4	13.1	16.3	27
28.0 SQUALEN ^{a)}	80	117	76	133	49	94	47	65	63	102
29.9 ^{a)}	5.2	7.8	8.8	16	18.8	36	8.9	12.5	10.4	18.0
TOTAL	2470	3740	2340	4130	1490	2880	2460	3460	2190	3560
DETEKTIONSGRÆNSE	0.1		0.1		0.1		0.1			

a) IDENTIFICERET VED MASSESPEKTROMETRI.

TABEL 15. HYDROCARBONSAMMENSÆTNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT OG LIPIDINDHOLD I SLIMÅL (MYXINE GLUTINOSA) INDSAMLET 1975.

STATION	21	
LIPIDINDHOLD mg/g	31	
	µg/g	
RETENTIONSINDEX	våd vægt	lipid
17.1 PRISTAN	0.38	11.7
28.0 SQUALEN	9.75	313
TOTAL	10.13	324
DETEKTIONSGRÆNSE	0.05	

TABEL 16. HYDROCARBONSAMMENSÆTNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT, TØR VÆGT OG LIPIDINDHOLD) I TOBIS (AMMO-DYTES LANCEA) (HELE FISK) INDSAMLET 1976

STATION	5293		
TØR VÆGT mg/g	239		
LIPIDINDHOLD mg/g	52		
	µg/g		
RETENTIONSINDEX	våd vægt	tør vægt	lipid
14.8	0.08	0.35	1.5
17.1 PRISTAN	52.0	218	994
19.0	0.12	0.52	2.3
20.6	0.41	1.73	7.8
23.3	0.07	0.29	1.3
23.9	1.18	4.9	22.6
25.6	1.73	7.3	33.1
28.0 SQUALEN	9.4	39	179
30.0	0.50	2.1	9.6
TOTAL	66	270	1250
DETEKTIONSGRÆNSE	0.01		

TABEL 17. HYDROCARBONSAMMENSETNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT, TØR VÆGT OG LIPIDINDHOLD) I TORSK (GADUS MORHU) INDSAMLET 1975.

TABEL 17. PRØVEKONCENTRATERNE AF STØRRE AF VÅD VÆGT FOR VÆGT OG LIPIDINDHOLD I TORSK KADUS KORHOLT INDSEKLET 1971														
VEV	LEVER						MUSKEL							
STATION	101	101	102	MIDDEL- VERDI		101	101	102	MIDDEL- VERDI		101	101	102	MIDDEL- VERDI
PRØVE NR.	A 33	A 57	A 4			A 33	A 60		A 4					
LÆNGDE cm	55	49	90	65		49	49		90		65			
VÆGT kg	1.5	1.3	7.0	3.3		1.5	1.3		7.0		3.3			
ALDER år	4	4	9	5.7		4	4		9		5.7			
TØRVÆGT mg/g	-	-	-			-	170		187					
LIPIDINDHOLD mg/g	-	436	464			4	-		-					
	µg/g våd vægt	µg/g våd vægt		µg/g våd vægt		µg/g våd vægt	µg/g våd vægt		µg/g våd vægt		µg/g våd vægt		µg/g våd vægt	
RETENTIONSINDEX		våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	våd vægt	lipid	våd vægt	tør vægt	våd vægt	tør vægt	lipid	våd vægt
14.8	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.18	-	-	-	0.01
17.1 PRISTAN	17.1	31 ^{a)}	72	32	69	26.7	0.15	36	0.08	2.7	-	-	-	0.08
18.0	-	-	-	0.6	1.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-
26.0	-	-	-	1.4	2.9	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
28.0 SQUALEN	285	106 ^{a)}	243	256	553	216	2.2	510	0.83	4.9	0.56	3.0	522	1.20
30.0	-	-	-	14.1	30	4.7	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	302	137	315	304	656	248	2.35	546	0.94	5.8	0.56	3.0	522	1.29
DETEKTIONSGRÆNSE	0.5	0.5		0.10			0.05		0.01					

a) IDENTIFICERET VED MASSESPEKTROMETRI.

TABEL 18. HYDROCARBONSAMMENSETNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT, TØR VÆGT OG LIPIDINDHOLD) I UVAK (GADUS OGAC) INDSAMLET 1975.

VÆV		LEVER														MIDDEL- VERDI		
STATION		11		11		11		11		81		100		100			101	
PRØVE NR.		F 4		F 5		F 8		F 11		S 2		A 1		A 5			A 25	
LÆNGDE cm		59		54		45		55		57		62		50		50		54
VÆGT kg		2.9		2.2		1.5		2.2		2.3		2.5		1.3		1.9		2.1
LIPIDINDHOLD mg/g		355		406		484		402		299		-		112		350		
RETENTIONS- INDEX	µg/g		µg/g		µg/g		µg/g		µg/g		µg/g		µg/g		µg/g		µg/g	
	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid
17.1	PRISTAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	63	2.75	
18.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.26	0.74	0.03	
26.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.24	0.69	0.03	
28.0	SQUALEN	86	241	106	260	35	72	21	53	9.3	31	8.2	10.9	97	36	103	39.1	
30.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7	10.5	0.46	
TOTAL		86	241	106	260	35	72	21	53	9.3	31	8.2	10.9	97	62	178	42	
DETEKTIONSGRÆNSE		0.5		0.5		0.5		0.5		0.5		0.5	0.5		0.1			

TABEL 18 (FORTSAT)

TABLE 16 (CONT'D)													
VÆV	MUSKEL												
STATION	11		11		81		100		101		MIDDELVÆRDI		
PRØVE NR.	F 8		F 12		S 2		A 5		A 25				
LÆNGDE cm	45		55		57		50		50		51		
VÆGT kg	1.5		1.9		2.3		1.3		1.9		1.8		
LIPIDINDHOLD mg/g	3		3		1		2		5		3		
RETENTIONS- INDEX	µg/g		µg/g		µg/g		µg/g		µg/g		µg/g		
	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	
17.1 PRISTAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
28.0 SQUALEN	1.8	350	1.1	340	2.2	220	2.4	1210	9.2	1700	3.3	800	
30.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL	1.8	350	1.1	340	2.2	220	2.4	1210	9.2	1700	3.3	800	
DETEKTIONSGRÆNSE	0.05		0.05		0.05		0.05		0.01				

TABEL 19. HYDROCARBONSAMMENSÆTNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT OG LIPIDINDHOLD) I HELLEFISK (REINHARDTIUS HIPPOGLOSSOIDES) INDSAMLET 1975.

VÆV	LEVER									
STATION	81		81		83		83		83	MIDDEL- VÆRDI
PRØVE NR.	K 11		K 12		A 4		A 5		A 7	
LÆNGDE cm	40		51		48		48		43	46
TØR VÆGT mg/g										
LIPIDINDHOLD mg/g	93		317		163		236		-	
RETENTIONS- INDEX	µg/g		µg/g		µg/g		µg/g		µg/g	µg/g
	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	våd vægt
17.1 PRISTAN	0.82	8.8	0.15	0.46	3.2	19.6	203	660	50 ^{a)}	51.4
18.7	-	-	-	-	-	-	3.2	13.5	-	0.64
23.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25.2	-	-	-	-	-	-	2.9	12.3	-	0.58
26.0	-	-	-	-	-	-	0.7	3.0	-	0.14
28.0 SQUALEN	156	1670	696	2190	167	1120	1170	4930	327 ^{a)}	503
29.9	-	-	-	-	-	-	1.4	6.1	-	0.28
31.0	-	-	0.25	0.8	-	-	0.49	2.1	-	0.14
33.0	-	-	0.33	1.0	-	-	-	-	-	0.06
TOTAL	157	1679	698	2190	170	1140	1380	5630	377	556
DETEKTIONSGRÆNSE	0.1		0.1		0.1		0.1		0.5	

a) IDENTIFICERET VED MASSESPEKTROMETRI.

TABEL 19 (FORTSAT)

VÆV	MUSKEL											
STATION	81			81			83		83			MIDDELVÆRDI
PRØVE NR.	K 11			K 12			A 4		A 7			
LÆNGDE cm	40			51			48		43			46
TØR VÆGT mg/g	208			231			-		-			-
LIPIDINDHOLD mg/g	62			88			70		133			88
RETENTIONS- INDEX	µg/g		lipid	µg/g		lipid	µg/g		µg/g		lipid	lipid
	våd vægt	tør vægt		våd vægt	tør vægt		våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	
17.1 PRISTAN	3.4	16.2	54	3.3	14.5	30	5.6	81	6.5	49	4.7	56
18.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23.4	0.01	0.05	0.16	-	-	-	0.01	0.14	-	-	0.005	0.07
25.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26.0	0.01	0.06	0.19	-	-	-	0.03	0.43	-	-	0.010	0.15
28.0 SQUALEN	8.2	39	132	15.9	69	182	9.5	136	20.5	154	13.5	151
29.9	-	-	-	-	-	-	0.01	0.1	-	-	0.003	0.03
31.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	11.6	55	186	19.2	8.4	220	15.2	218	27	203	18.3	207
DETEKTIONSGRÆNSE	0.01			0.01			0.01		0.05			

TABEL 20. HYDROCARBONSAMMENSÆTNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT, TØR VÆGT OG LIPID-INDHOLD) I HÅISING (HIPPOGLOSSOIDES PLATESSOIDES) INDSAMLET 1975

VÆV	LEVER							
STATION	2	53	81	MIDDELVÆRDI				
PRØVE NR.	Q	C 7	D 3					
LÆNGDE cm	40	-	40					
VÆGT kg	0.7	-	-					
TØR VÆGT mg/g								
LIPIDINDHOLD mg/g	136	134	27	77				
RETENTIONS- INDEX	µg/g		µg/g		µg/g		µg/g	
	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid
14.1	-	-	0.05	0.34	-	-	0.017	0.113
16.1	-	-	0.12	0.91	-	-	0.040	0.303
17.1 PRISTAN	21	154	0.30	2.24	-	-	7.10	52
18.0	-	-	0.14	1.02	-	-	0.047	0.340
20.4	-	-	0.04	0.26	-	-	0.013	0.087
21.1	-	-	0.01	0.08	-	-	0.03	0.027
25.0	-	-	0.44	3.3	-	-	0.147	1.10
26.0	-	-	-	-	0.32	11.7	0.107	3.90
28.0 SQUALEN	20	143	41	307	1.43	53	20.8	168
30.0	0.50	3.7	0.04	0.24			0.180	1.31
31.0	0.20	1.3	-	-			0.067	0.43
TOTAL	42	302	42	315	1.75	65	29	228
DETEKTIONSGRÆNSE	0.01		0.01		0.01			

TABEL 20 (Fortsat)

VÆV	MUSKEL											
STATION	2	53	81	MIDDELVÆRDI								
PRØVE NR.	Q	C 7	D 3									
LÆNGDE cm	40	-	40									
VÆGT kg	0.7	-	-									
TØR VÆGT mg/g	196	179	153	176								
LIPIDINDHOLD mg/g	8	6	2	5								
RETENTIONS- INDEX	våd vægt	µg/g tør vægt	lipid	våd vægt	µg/g tør vægt	lipid	våd vægt	µg/g tør vægt	lipid	våd vægt	µg/g tør vægt	lipid
14.1	-	-	-	0.01	0.03	1.0	-	-	-	0.003	0.010	0.33
16.1	-	-	-	0.04	0.22	6.7	-	-	-	0.013	0.073	2.23
17.1 PRISTAN	0.45	2.3	55	-	-	-	-	-	-	0.15	0.77	18.3
18.0	-	-	-	0.02	0.11	3.3	-	-	-	0.007	0.037	1.10
20.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28.0 SQUALEN	1.6	8.2	193	0.10	0.56	16.7	0.98	6.3	444	0.89	5.02	218
30.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	2.05	10.5	248	0.17	0.92	27.7	0.98	6.3	444	1.06	5.9	239
DETEKTIONSGRÆNSE	0.01			0.01			0.01					

TABEL 21. HYDROCARBONSAMMENSETNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT OG LIPIDINDHOLD) I STRIBET HAVKAT (ANARHICHAS LUPUS) OG PLETTET HAVKAT (ANARHICHAS MINOR) INDSAMLET 1975

VÆV		LEVER							
STATION		101		102		103		MIDDELVÆRDI	
PRØVE NR.		A 62		A 2		A 2			
LÆNGDE cm		62		63		76		67	
VÆGT kg		-		2.2		8.1			
TØR VÆGT mg/g		-		-		-			
LIPIDINDHOLD mg/g		54		66		176		99	
RETENTIONS- INDEX		µg/g		µg/g		µg/g		µg/g	
		våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid
17.1	PRISTAN	3.1	58	1.49	23	0.98	5.6	1.86	28.9
17.9		-	-	-	-	0.03	0.17	0.01	0.06
18.3		-	-	0.20	3.0	0.80	4.5	0.33	2.5
18.7		-	-	0.10	1.5	-	-	0.03	0.50
24.0		0.35	6.5	-	-	-	-	0.12	2.2
25.0		-	-	0.03	0.5	-	-	0.01	0.17
26.0		0.83	15.5	-	-	0.05	0.28	0.29	5.3
28.1	SQUALEN	41	770	51	780	56	316	49	622
29.0		-	-	-	-	0.51	2.9	0.17	0.97
TOTAL		45	850	53	808	58	329	52	663
DETEKTIONSGRÆNSE		0.01		0.01		0.01			

TABEL 21 (Fortsat)

VÆV		MUSKEL											
STATION		22			23			102			103		
PRØVE NR.		I			C			A 2			A 2		
LÆNGDE cm		-			72			63			76		
VÆGT kg		-			3.7			2.2			8.1		
TØR VÆGT mg/g		133			-			143			189		
LIPIDINDHOLD mg/g		5.3			9.7			3.2			31		
RETENTIONS- INDEX		µg/g			µg/g			µg/g			µg/g		
		våd vægt	tør vægt	lipid	våd vægt	tør vægt	lipid	våd vægt	tør vægt	lipid	våd vægt	tør vægt	lipid
17.1	PRISTAN	0.09	0.068	17.1	-	-	-	0.05	0.33	14.7	0.14	0.74	4.5
17.9		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	2.1	13
18.3		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18.7		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28.0	SQUALEN	1.22	9.2	230	2.0	206	0.16	1.1	49	3.0	15.8	97	146
29.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		1.31	9.9	247	2.0	206	0.21	1.43	64	3.5	18.6	115	158
DETEKTIONSGRÆNSE		0.01			0.05		0.01			0.01			

TABEL 22. HYDROCARBONSAMMENSÆTNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT OG LIPIDINDHOLD) I RØDFISK (SEBASTES MARINUS) INDSAMLET 1975.

VÆV	LEVER		MUSKEL					
STATION	83		83	83			MIDDELVÆRDI	
PRØVE NR.	A 16		A 15	A 16				
TØR VÆGT mg/g	-		-	217				
LIPIDINDHOLD mg/g	201		43	34			39	
RETENTIONS- INDEX	µg/g		µg/g		µg/g			µg/g
	våd vægt	lipid	våd vægt	lipid	våd vægt	tør vægt	lipid	våd vægt
17.1 PRISTAN	99	494	36 ^{a)}	830	5.0	23	145	20.5
18.3	-	-	0.01 ^{a)}	0.32	-	-	-	0.005
18.9	0.09	0.44	-	-	-	-	-	-
20.4	2.9	14.8	0.06	1.4	0.03	0.14	0.92	0.045
26.0	0.11	0.56	-	-	-	-	-	-
28.0 SQUALEN	30	150	1.6 ^{a)}	37	0.86	4.0	25	1.23
29.9	0.06	0.27	-	-	-	-	-	-
30.6	0.06	0.31	-	-	0.13	0.61	3.8	0.065
TOTAL	132	660	38	870	6.0	28	175	22
DETEKTIONSGRÆNSE	0.05		0.01		0.01			

a) IDENTIFICERET VED MASSESPEKTROMETRI

TABEL 23. HYDROCARBONSAMMENSÆTNING (PÅ BASIS AF VÅD VÆGT) I LODDE (MALLOTUS VILLOSUS) (HELE FISK) INDSAMLET 1975

STATION	81
RETENTIONSINDEX	µg/g
17,1 PRISTAN	8,9 ^{a)}
18,7	1,5 ^{a)}
26,0	1,3 ^{a)}
28,0 SQUALEN	5,2 ^{a)}
TOTAL	16,9
DETEKTIONSGRÆNSE	0,05

a) IDENTIFICERET VED MASSESPEKTROMETRI.