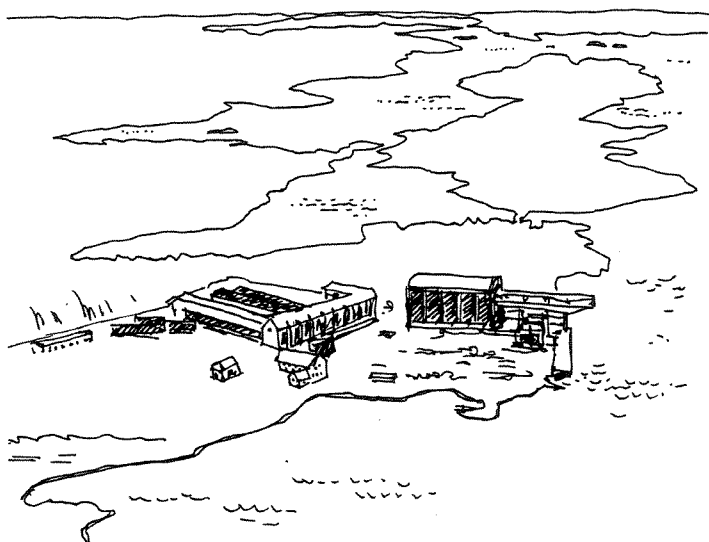


O-94115

# Nitriden

## Utvidete undersøkelser av den marine resipient

Heggedalsbukta, Buesund og Tromøysund



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.: O-94115	Undernr.:
Løpenr.: 3315	Begr. distrib.:

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel: Nitriden. Utvidete undersøkelser av den marine resipienten i Heggedalsbukta, Buesund og Tromøysund.	Dato: 18.9.95	Trykket: NIVA 1995
	Faggruppe: Marin økologi	
Forfatter(e): Aud Helland, Torgeir Bakke Tone Jacobsen, Jan Magnusson	Geografisk område: Aust-Agder	
	Antall sider: 44 + vedl.	Opplag:

Oppdragsgiver: Statens Forurensningstilsyn	Oppdragsg. ref.: SFT kontrakt nr 94221
---	---

**Ekstrakt:** Målet har vært å bedre kunnskapsgrunnlaget for evt. tiltak ved fremtidig omdisponering av Nitriden industriområde. Videre er det gjort en konsekvensvurdering av dagens bruk av Heggedalsbukta og av planlagt kaiutvidelse NØ for Nitriden. Hovedspredningsveien for vann fra Heggedalsbukta er sannsynligvis gjennom Buesundet og videre mot SV i Tromøysundet. Ingen utslippspunkter ble påvist rundt Nitriden ned til 15 m dyp. Metall-innholdet var lavt i blåskjell og o-skjell fra Heggedalsbukta og Nitriden. PAH- og PCB-innholdet var moderat forhøyet i blåskjell. PAH-innholdet var svært høyt i o-skjell samlet utenfor Nitriden-kaia. Generelt hadde skjell utenfor industri-tippene høyere nivå av organiske miljøgifter enn områdene forøvrig. Vannmassene i sørlige del av Heggedalsbukta tilføres PAH og PCB fra deponiområdet enten direkte eller fra allerede forurensede bunnsedimenter. Dette vannet påvirker Buesundet, men i liten grad Breivikfjorden og området SV for Nitriden. Sistnevnte område påvirkes av forurensninger fra Tromøysundtippet. Innholdet av miljøgifter i fisk og krabbe var lavt, med unntak av sterk forurensning av PAH i krabbe fra Heggedalsbukta. Metall- og PAH-innholdet i bunnsedimenter ved Nitriden var uendret fra 1992. PCB-innholdet var høyere. Dumpeområdet for industriavfall i Tromøysundet ble påvist, men representerer sannsynligvis liten fare for spredning av PAH-forurensning. Det er ikke grunnlag for å fastslå om småbåttrafikk mobiliserer sedimentbundne miljøgifter utenfor Heggedalstippet, men grunnere områder bør avmerkes for å unngå båttrafikk. Det er ingen grunn til å innføre restriksjoner på badeaktiviteten på vestsiden av Buøya eller det eksisterende ålefisket. Anlegg og drift av ny kai NV for Nitriden kan føre til lokal oppvirvling av forurensede bunnsedimenter, men dette kan avbøtes ved å etablere heldekkende kaifront ut til ca 20 m dyp og faste ankringsinstallasjoner.

4 emneord, norske

1. Deponier
2. Organiske miljøgifter
3. Metaller
4. Blåskjell

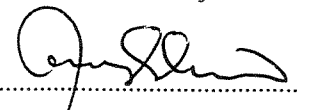
4 emneord, engelske

1. Waste deposits
2. Organic micropollutants
3. Metals
4. Blue mussel

Prosjektleder

  
Aud Helland

For administrasjonen

  
Jens Skei

ISBN82-577-2712-1

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

O-94115

NITRIDEN  
UTVIDETE UNDERSØKELSER AV DEN MARINE RESIPIENT  
HEGGEDALSBUKTA, BUESUND OG TROMØYSUND

Oslo, den 18 september 1995

Prosjektleder: Aud Helland

Medarbeidere:

Torgeir Bakke  
Tone Jacobsen  
Jan Magnusson  
Frank Kjellberg  
Frithjof Moy  
Lise Tveiten  
Unni Efraimsen  
Bodil Ekstrøm  
Anette Juliussen  
Tom Tellefsen  
Kristoffer Næs  
Eivind Oug  
A. Moland (Eydehavn)  
Ingunn Nilssen (UiO)  
Ivar Dahl (LA)  
Grethe Tveten (SINTEF Oslo)  
Lena Olsen (Akvaplan-niva)

## Forord

Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) ble i brev av 7.1.94 invitert til å gi tilbud på undersøkelser i tilknytning til Nitriden, Eydehavn. Invitasjonen kom fra Senter for jordfaglig forskning (Jordforsk) som har fungert som prosjektleder (v/ Ola Nordal) på oppdrag for Statens Forurensningstilsyn (SFT, v/ Harald Solberg og Terje Farestveit). Norsk Teknisk Byggkontroll A/S (NOTEBY v/ Ola Bruskeland) har vært engasjert som koordinator for de ulike del-prosjektene som er utført av NIVA og Jordforsk.

NIVA utarbeidet forslag til undersøkelsesprogram (18.1.94) som omfattet følgende delundersøkelser:

- \* dykkerbefaring av strandsonen langs Nitriden industriområde
- \* strømmåling i Heggedalsbukta, Buesund og Tromøysund
- \* undersøkelser av transplanterte indikatororganismer i Heggedalsbukta, Buesund og Tromøysund
- \* toksisitetstester med marine organismer
- \* konsekvensvurdering Heggedalsbukta
- \* undersøkelser av Tønnedeponi i Tromøysund

Under prosjektets gang ble toksisitetstester med marine organismer vurdert til ikke å være aktuelt. Det ble isteden samlet inn fisk og krabbe i umiddelbar nærhet av industriområdet for analyse av miljøgifter. Undersøkelser av Tønnedeponi i Tromøysund er rapportert i egen rapport (Helland og Bakke, 1995). Undersøkelsesprogrammet omfattes av SFT-kontrakt nr. 94221.

Følgende personell ved NIVA (hvor ikke annet er nevnt) har deltatt i arbeidet:

- \* dykkerbefaring av strandsonen; Torgeir Bakke, Tone Jakobsen, Aud Helland
- \* utsetting og innhenting av strømmålere; Lise Tveten, Frank Kjellberg, Jan Magnusson, Frithjof Moy
- \* utsetting og innhenting av indikatororganismer; Torgeir Bakke, Tone Jakobsen, Aud Helland
- \* fangst av fisk og krabbe; A. Moland, Eydehavn
- \* opparbeiding av blåskjell, fisk og krabbe; Unni Efraimsen, Bodil Ekstrøm, Anette Juliussen, Frank Kjellberg, Ingunn Nilssen (Universitetet i Oslo), Tom Tellefsen
- \* metallanalyser; Landbrukets analysesenter v/ Ivar Dahl
- \* organiske analyser; SINTEF Oslo v/ Grete Tveten
- \* rapportering er utført av Jan Magnusson (strømmålinger), Torgeir Bakke (dykkerbefaring), Torgeir Bakke og Aud Helland (indikatororganismer, miljøgifter i fisk og krabbe og undersøkelser av tønnedeponi i Tromøysund), Torgeir Bakke, Tone Jakobsen og Aud Helland (konsekvensvurdering Heggedalsbukta og Tromøysund).

Statistiske analyser er gjort med assistanse fra Kristoffer Næs, Eivind Oug og Lena Olsen (Aquaplan-NIVA)

Oslo, september 1995

  
Aud Helland  
prosjektleder



# Innhold

	Side
Forord.....	2
Sammendrag og konklusjoner.....	4
1. Innledning.....	6
2. Målsetting.....	7
3. Metoder.....	8
4. Resultater og diskusjon.....	11
4.1. Strømmålinger.....	11
4.1.1. Topografi.....	11
4.1.2. Hydrografi.....	11
4.1.3. Strøm.....	12
4.2. Dykkerbefaring.....	18
4.2.1. Beskrivelse av strandsonen ned til 15 m dyp i Tromøysund og Heggedalsbukta ved Nitriden.....	18
4.3. Indikatororganismer - transplanterte og stedege blåskjell og o-skjell.....	19
4.3.1. Innsamling i mai 1994, naturlig populasjon (PAH, PCB og metaller).....	19
4.3.2. Innsamling i august 1994, transplanterte blåskjell (PAH, PCB og metaller).....	20
4.3.3. Innsamling i oktober 1994, transplanterte, naturlig referansepopulasjon og juvenile blåskjell.....	21
4.4. Miljøgifter i fisk.....	30
4.4.1. Fisk.....	30
4.4.2. Krabbe.....	31
4.5. Bunnsedimenter.....	32
4.5.1. Feltobservasjoner.....	32
4.5.2. Analyseresultater.....	33
4.6. Konsekvensvurdering av dagens bruk av Heggedalsbukta.....	37
4.6.1. Tilstandsbeskrivelse av dagens naturmiljø.....	37
4.6.2. Evaluering av effekter som følge av eksisterende og planlagt bruk av området.....	38
4.7. Konsekvensvurdering av planlagt kaiutbygging og ankringsplass i Tromøysund fra Langnes og sørover mot Nitridenkaia.....	39
4.7.1. Tilstandsbeskrivelse av dagens miljø.....	39
4.7.2. Konfliktkarakterisering.....	41
4.7.3. Evaluering av effekter som følge av planlagt bruk av området...	41
5. Referanser.....	43
Vedlegg.....	45

## Sammendrag og konklusjoner

NIVA har utført undersøkelser av strømforhold, opptak av PAH, PCB og metaller i blåskjell, o-skjell; fisk og krabbe samt dykkerbefaring i strandsonen utenfor Nitriden industriområde. Undersøkelsene har også omfattet påvisning og karakterisering av bunnsedimentene i dumpeområde for avfallstønner fra Nitriden i Tromøysund. I tillegg er det gjort en konsekvensvurdering av dagens bruk av Heggedalsbukta og planlagt utbygging av kai og ankringsinsplass i Tromøysund. Undersøkelsene er et supplement til undersøkelser på land som samtidig har vært utført av Jordforsk. Det overordnede mål for undersøkelsene har vært å skaffe tilstrekkelig grunnlag for beslutning om eventuelle tiltak knyttet til ønsket om omdisponering av Nitriden-området for nyetablering av virksomhet.

De ulike delundersøkelsene kan sammenfattes som følger:

### *Strømmålinger:*

Det ble plassert ut tre strømmålere i overflatevannlaget henholdsvis SV for Sauholmen i Tromøysund, i sundet mellom Buøya og Pinsholmen samt under brua i Buesundet. En vannstandsmåler ble plassert i Heggedalsbukta og det ble utført driftmerkeobservasjoner i Bukta. *Observasjonene viste at hovedspredningsveien av vann i deponiområdet i Heggedalsbukta sannsynligvis er gjennom Buesund og ut i Tromøysundet og videre mot SV. Vannet i deponiområdet vil i mindre grad bli ført mot Buøyas vestlige strand og ut i sundet ved Pinseholmen.*

### *Dykkerbefaring:*

Det ble utført en befaring i strandsonen utenfor industrområdet ned til 15 m dyp. *Det ble ikke påvist rørledninger eller utslippspunkter. Avsetning av blåsesand ble observert i bukten mellom undervannsplattformen og NØ-enden av kaia på ca 5 m dyp. Samme materiale ble observert i strandkanten ovenfor.* Området ned til 15 m dyp var preget av mye jernskrot.

### *Indikatororganismer:*

Innsamling av blåskjell ble foretatt på en referansestasjon NØ i Tromøysund. Grupper av disse skjellene ble plassert ut på 30 stasjoner rundt industriområdet i mai. Det ble foretatt en innsamling av skjell i august og en i oktober. I tillegg ble en prøve av naturlig forekommende blåskjell utenfor Tromøysund-tippen og en prøve av o-skjell under Nitriden-kaia, samlet ved dykkerbefaringen, analysert. *Innholdet av metaller var gjennomgående lavt i alle prøver. Innholdet av PAH var svært høyt i o-skjellene (tilsvarende klasse 4). Både PAH og PCB-innholdet i blåskjell var moderat forhøyet (klasse 2). Generelt hadde skjell nær industritippene et høyere opptak av organiske miljøgifter enn skjell i en avstand fra fyllingene.* Multivariate analyser ble benyttet for å kunne bedømme evt. ulikheter i komponentsammensetning i PAH og PCB. Dette for å kunne vurdere om skjellene hadde vært utsatt for belastning fra ulike kilder. *De multivariate analyser viste at blåskjell som sto i Heggedalsbukta og områdene like utenfor, spesielt mot Buesund, fikk en annen belastning både av PAH og PCB enn skjell som var plassert i Bukkevika og sørvestover. Klarest skilte skjellene like ved Heggedalstippen seg ut både i PAH- og PCB-profil. Resultatene viser at vannmassene i sørlige del av Heggedalsbukta tilføres organiske mikroforurensninger fra deponiområdet, enten direkte gjennom utlekking eller fra allerede forurensede bunnsedimenter like utenfor som virvles opp fra tid til annen. Disse forurensningene påvirker videre vannmassene i Buesundet, men transporteres sannsynligvis ikke nordover fra Heggedalsbukta til Breivikfjorden. Vanntransportert PAH og PCB fra området ved Heggedalstippen synes bare i liten grad å påvirke vannmassene fra Nitriden og sørvestover, selv om hovedstrømmen går i denne retningen. Indikator-undersøkelsene tyder på at vannmassene her primært påvirkes av forurensninger fra kilder i Tromøysundtippen, og dette slår vesentlig ut lokalt i Bukkevika.*

#### *Miljøgifter i fisk og krabbe:*

Det ble samlet sandflyndre, ål og krabbe tett opptil industriområdet. *Innholdet av metaller var lavt både i fisk og krabbe. Det samme var tilfelle med PAH og PCB med unntak av krabbe fra Heggedalsbukta som var sterkt forurenset av PAH (klasse 5).*

#### *Bunnsedimenter:*

Undersøkelsen har omfatter analyser av sedimentprøver fra Nitriden kaiområdet samt resultater fra tråltrekk og analyser av grabbprøver i dumpeområdet for avfallstønner i Tromøysund.

*Innholdet av metaller i sedimentene utenfor kaiområdet ved Nitriden var markert (kobber og bly) til moderat (kadmium) til lite forhøyet (kvikksølv). Dette var i overensstemmelse med tidligere undersøkelser i 1992 (fase 2). Dette gjalt også PAH hvor det ble registrert ekstreme overkonsentrasjoner på 2000 x bakgrunn (sterkt forurenset, klasse 5). Det sterkt forurensete området utenfor hovedkaia viste seg således å ha en større utbredelse enn det som ble påvist i 1992. Innholdet av PCB var høyere ved foreliggende undersøkelser (opptil 600 x bakgrunn, sterkt forurenset) enn i 1992.*

*Undersøkelsene lokaliserte dumpeområdet i Tromøysund til NØ for Buøyskjæra på 50 m dyp. Rester av tønne materiale ble funnet. Innholdet av PAH i materialet var på 160 g / kg. Grabbprøver fra dumpeområdet viste samme konsentrasjon av PAH som tidligere undersøkelser i sundet, fra 8 til 30 ganger bakgrunnsnivå, dvs. fra markert til sterkt forurenset. Sedimentene var finkornet og indikerer sedimentasjonsbunn. Restene som ble funnet av tønna tyder på at det meste var opprustet og dekket med sediment. Slik avfallet ligger i dag vurderes det å representere liten fare for spredning av forurensning. Totalt sett har sannsynligvis dumpingene av tønner i sundet gitt et lite bidrag til PAH-forurensningen sammenlignet med selve Nitriden industriområde.*

#### *Konsekvensvurdering Heggedalsbukta:*

*Det er ikke grunnlag i dag for å fastslå om båttrafikken i sørvestlige del av Heggedalsbukta virkelig mobiliserer sedimentbundne miljøgifter rett utenfor Tippen, men muligheten er til stede. Fremfor å forsøke å begrense den eksisterende eller forventede båttrafikken (etter boligutbyggingen), som i alle tilfeller vil være beskjeden, bør man vurdere å merke eller avgrense de grunnere områdene (0-2 m dyp) rett utenfor Tippen slik at båtene ikke ferdes akkurat her på veg til og fra båt plassene.*

*Det er ingen grunn til å innføre restriksjoner på den badeaktivitet som foregår på vestsiden av Buøya, eller på det eksisterende ålefisken. Dersom det mot formodning foregår krabbefiske i bukta, eller det er planer om slikt fiske, bør man få bekreftet om den høye verdien av PAH i krabbesmør er et engangstilfelle eller et allment trekk.*

#### *Konsekvensvurdering Tromøysund:*

*Anleggsfasen av kai og evt. faste ankringsinstallasjoner vil føre til oppvirvling av bunnsedimentene, men vil være av relativt kort varighet. Antar man samme strømhastighet langs bunn som i overflaten i Tromøysund, dvs. 4 cm/s, hvilket sannsynligvis er noe høyt, og 2 timer sedimentasjonshastighet vil oppvirvlede partikler transporteres ca. 300 m før sedimentasjon. Influensområdet ved en oppvirvling vil således være begrenset til området rundt Nitriden. Miljøgifter som spres ved partikkelflukt vil derfor raskt fortynnes og vil lite trolig føre til akutte skader på nærmiljøet.*

*Mulighet for akkumulering av miljøgifter i organismer vil sannsynligvis være begrenset til de dypere vannlag. Fisk og krabbe ernærer seg ikke ved å filtrere vann som blåskjell og o-skjell og vil derfor ikke være eksponert i samme grad som skjellene. Omfanget av oppvirvling kan reduseres f.eks. ved at tilgrensende sjøbunn tildekkes under arbeidet. Det ansees som en fordel å etablere en heldekkende kai front som avskjærer eksisterende forurenset sjøbunn fra det øvrige miljøet. Ved å legge kai fronten på dybder som står i forhold til størrelsen på båtene som skal legges til, vil man kunne begrense propellerrosjonen. Propelloppvirvling i ankringsområdet som ligger dypere enn 20 m ansees ikke å være noe problem. Det ansees også som en fordel å etablere faste ankringsinstallasjoner, slik at oppvirvling av bunnsedimentene begrenses til anleggsfasen.*

# 1. Innledning

Som følge av en landsomfattende kartlegging av deponier og forurenset grunn utført av Norges Geologiske undersøkelser i 1990 på oppdrag fra SFT, ble Nitriden (Det Norske Nitridaktieselskap, DNN) utpekt som en av flere lokaliteter hvor det var nødvendig med en videre kartlegging av forurensnings-situasjonen (Brunstad og Lind, 1990). I det videre arbeide med industriområdet engasjerte SFT Jordforsk, som i en innledende fase 1, utarbeidet ulike problemstillinger og kunnskapsbehov for området (Sæland, 1992). Dette arbeidet ble fulgt opp med en fase 2 hvor forurensningssituasjonen på industritomta og i resipienten utenfor ble kartlagt i ulike delundersøkelser. Disse arbeidene ble utført av NOTEBY (Bruskeland og Grepstad, 1992 og Grepstad og Bruskeland, 1993), Norges Geotekniske Institutt (NGI) (Rødsand et al., 1992), Geomap A/S (Pedersen og Ingebretsen, 1992) og NIVA (Helland, 1993). På grunnlag av fase 2 ble det gitt anbefalinger for det videre arbeidet i en oppfølgende fase 3 (Sæland, 1993). Foreliggende undersøkelse er en av de elementene i denne tredje fasen.

Årsaken til forurensningen på industritomta er tidligere tiders produksjonen av aluminium og prebakte anoder ved Det Norske Nitridselskap fra 1912 til 1975. Under produksjonen ble det dannet et bek og tjæreavfall. Dette samt diverse avfall fra industriområdet (rivningsavfall etc.) ble deponert i to tipper, en mot Tromøysund i Bukkevika og en i Heggedalsbukta.

Forurensning i resipienten som følge av spredning fra Nitriden ble ikke påvist før i 1989/90 i forbindelse med en større resipientundersøkelse i Tromøysund (Næs, et al., 1991). Det ble da påvist overkonsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), polyklorerte bifenyler (PCB) og metaller i bunnsedimentene sentralt i sundet. Miljøgiftinnholdet i spiselige organismer var imidlertid lavt eller moderat, men blåskjell fra Tromøysund hadde likevel høyere PAH-innhold enn skjell sanket utenfor Tromlingene.

Ved undersøkelsene av resipienten i 1992 (fase 2, som nevnt over) ble det avdekket ekstremt høye verdier av PAH i sedimentene i nærområdet til Nitriden. Innholdet av PCB var også langt høyere enn ved undersøkelsene i 1989/90, sentralt i sundet. De mest belastede områdene var utenfor kaiområdet i Tromøysund og utenfor tippen i Heggedalsbukta (Helland, 1993). Undersøkelsene viste at tilførselen av forurensning til resipienten har avtatt med årene, hvilket er naturlig siden driften ved Nitriden opphørte i 1975, men at Nitriden fortsatt er kilde til forurensning i sundet.

I fase 2 ble det også utført et undervannsøk for om mulig å påvise et påstått dumpeområde i Tromøysund for avfallstønner fra produksjonen ved Nitriden, dette lyktes imidlertid ikke (Pedersen og Ingebretsen, 1992). Dette kunne skyldes uriktig stedsangivelse eller at tønnene var rustet opp og overdekket av naturlig sedimentasjon. Hvis det siste var tilfelle burde det være mulig å påvise avfall et stykke ned i sedimentene. Dette var utgangspunktet for undersøkelser av bunnsedimentene i foreliggende fase 3 av prosjektet.

Sprørsmål som ble reist etter undersøkelsene i fase 2 var hvilket influensområde forurensningen fra Nitriden har, særlig på spiselige marine organismer i sundet samt hvilken relativ betydning de ulike kildene på land har på resipienten.

## 2. Målsetting

*Det overordnet mål for de utvidede undersøkelsene i fase 3 har vært å skaffe tilstrekkelig grunnlag for beslutning om eventuelle tiltak knyttet til ønsket om omdisponering av Nitriden-området for nyetablering av virksomhet.*

De marine resipientrelaterte undersøkelsene skal supplere tidligere utførte undersøkelser i området (fase 2, jfr. pkt. 1) samt de pågående undersøkelser på land (som utføres av Jordforsk) for å oppnå den overordnede målsetting.

Resipientundersøkelsene har omfattet 6 ulike fagelementer hvor målsettingen innen hvert element har vært som følger:

i) Strømmålinger:

formålet med undersøkelsene har vært å klarlegge spredningsveier for vann ved deponiet (Nitriden) gjennom Heggedalsbukta og videre ut fra bukta. Spesiell vekt skulle legges på hvordan hovedtransporten av vann gikk ut Tromøysund.

ii) Dykkerbefaring:

formålet med befaringen var å beskrive bunntopografi, sedimentforhold, evt. forekomst av rørledninger og avfall på bunnen utenfor Steikeritomta; evt. ta supplerende sedimentprøver.

iii) Indikatororganismer:

formålet med undersøkelsene har vært å klarlegge

\* hvorvidt vannmassene i området i dag transporterer miljøgifter (løst eller partikulært) og i så fall:

\* om det er noen gradient i denne belastningen fra sørlige del av Nitriden tomte (delområde 2B) og utover mot NØ og SVi Tromøysund

\* om det er noen gradient i tilsvarende belastning fra Heggedaltippen (delområde 3) og utover i Heggedalsbukta

\* om det skjer en transport av miljøgifter med vannmassene fra Tromøysund til Heggedalsbukta gjennom Bleiksund / Buesund.

iv) Miljøgifter i fisk og krabbe:

formålet med undersøkelsene har vært å kartlegge nivået av miljøgifter i fisk og krabbe i umiddelbar nærhet til Nitriden industriområde.

v) Bunnsedimenter:

formålet med undersøkelsen har vært å gi en generell beskrivelse av sedimentforholdene på bunnen for å kunne bedømme omfang og mektighet av forurensningen i området samt faren for at dumpeområdet kan være kilden til spredning av tjærestoffer (polysykliske aromatiske hydrokarboner - PAH) i videre omfang i Tromøysundet. Videre om mulig samle inn dumpet tønnemateriale for nærmere karakterisering av innhold og konsentrasjon av PAH og skaffe informasjon om sedimentenes innhold av PAH.

vi) Konsekvensvurdering Heggedalsbukta:

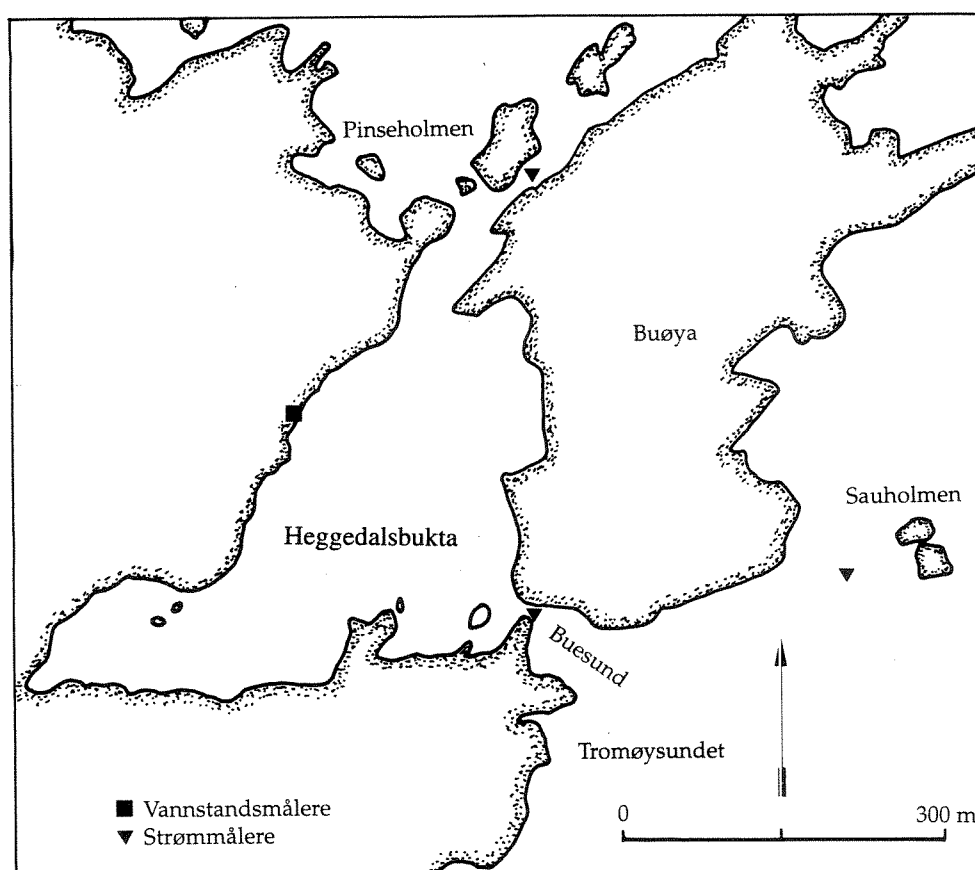
formålet har vært å kartlegge dagens bruk av Heggedalsbukta, og vurdere om bruken kan medføre opphvirvling og videre spredning av miljøgifter.

vii) Konsekvensvurdering Tromøysund:

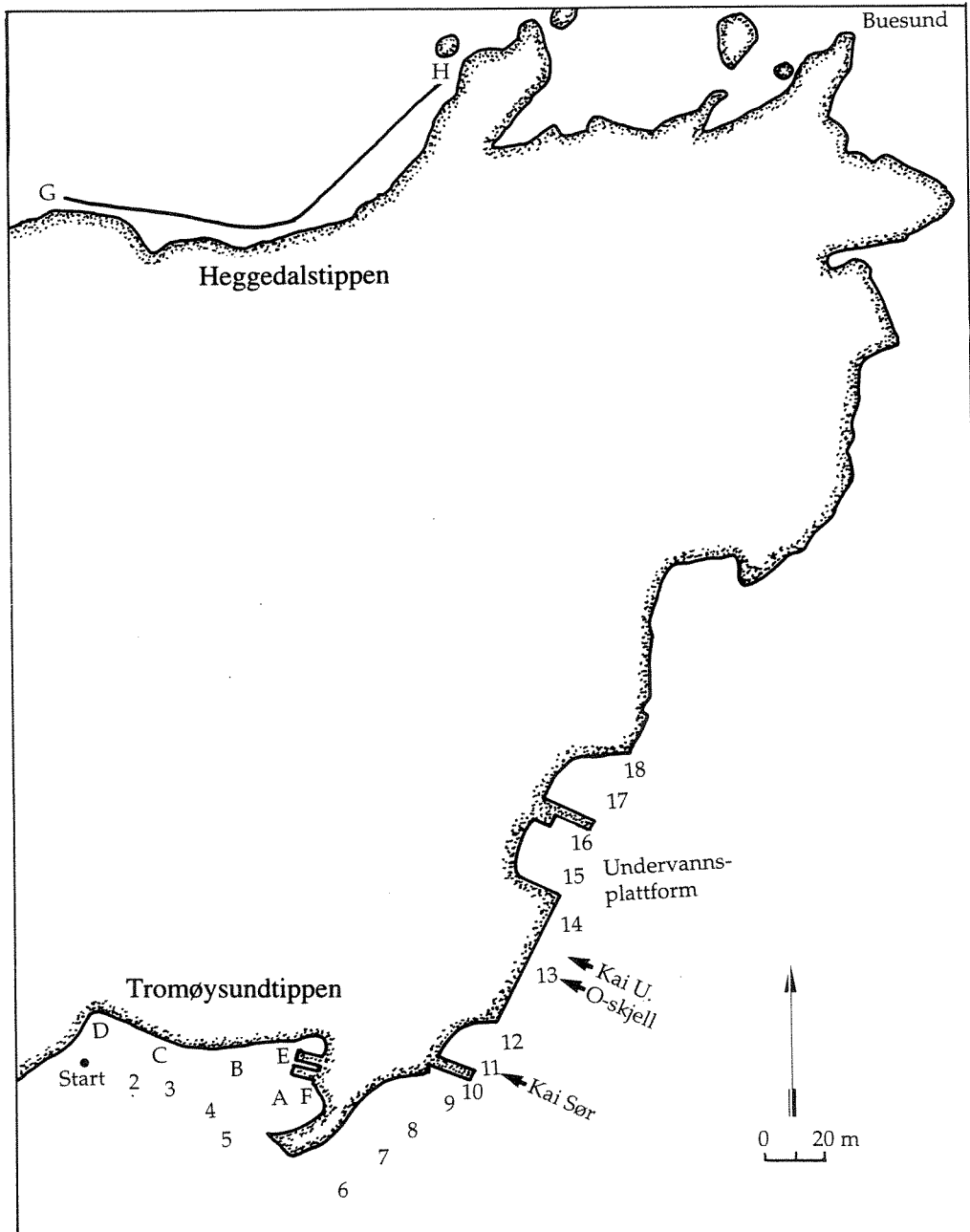
formålet har vært å vurdere hvilke miljøkonsekvenser en utbygging av Nitriden kaia videre NØ mot Langneset samt utnyttelse av det utenforliggende området som ankringsplass vil ha for resipienten.

### 3. Metoder

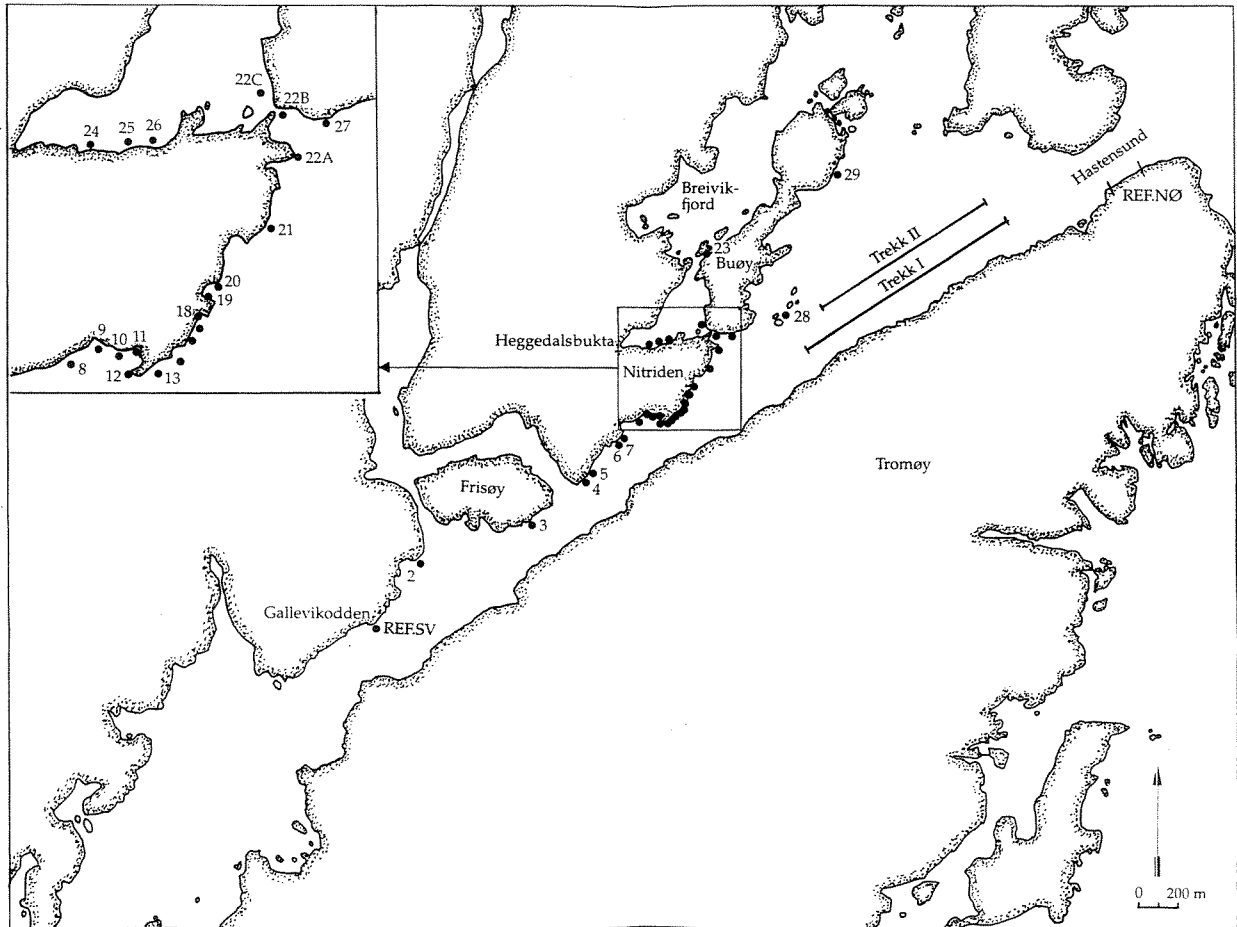
Kart over undersøkelsesområdet er gitt i figur 1, 2 og 3. Metode for feltarbeid, opparbeiding av prøvemateriale, kjemiskeanalyser, databearbeiding og klassifisering av miljøkvalitet er gitt i vedlegg 1.



Figur 1. Kart over Heggedalsbukta, Buesund og Tromøysundet med angivelse av posisjon for vannstands- og strømmålere.



Figur 2. Kart over Nitriden-området og sørlige del av Heggedalsbukta med angivelse av posisjoner for observasjoner gjort under dykkebefaring, og for prøvetaking av sedimenter (Kai Sør, Kai U.) og o-skjell.



Figur 3. Kart over posisjoner for utsetting av blåskjellrigger ved Nitriden industriområde 1994. Posisjoner for tråltrekk er merket Trekke I og II. 9 grabbprøver ble tatt langs trekke I. Prøve 1 ble tatt lengst SV. Prøve 10 ble tatt ca 300 m fra SV midt mellom Tromøya og Trekke I.



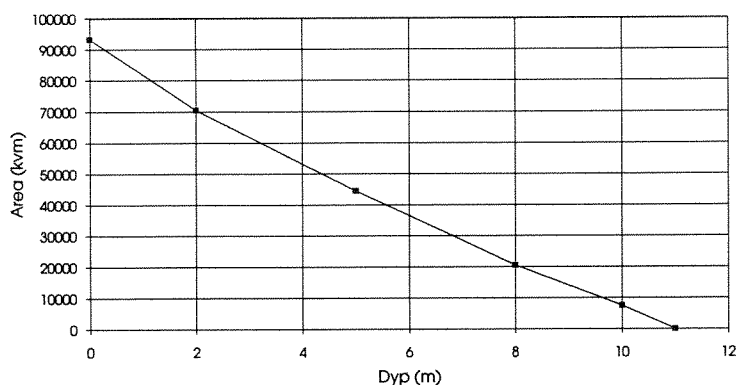
## 4. Resultater og diskusjon

### 4.1. Strømmålinger

#### 4.1.1 Topografi

Heggedalsbukta er en liten poll med en overflate på ca. 93250 m<sup>2</sup> og med største dyp på ca. 11 meter (figur 4).

Middeldypet er ca. 7 meter. Heggedalsbukta har to utløp. I NØ går en kanal mellom Pinseholmen og Buøyen med et terskeldyp på ca. 2 meter og en bredde på ca. 15 meter. I SØ ligger hoved-forbindelsen med Tromøysundet (Buesund) hvor dypet er ca. 2 meter og bredden ca. 7 meter.

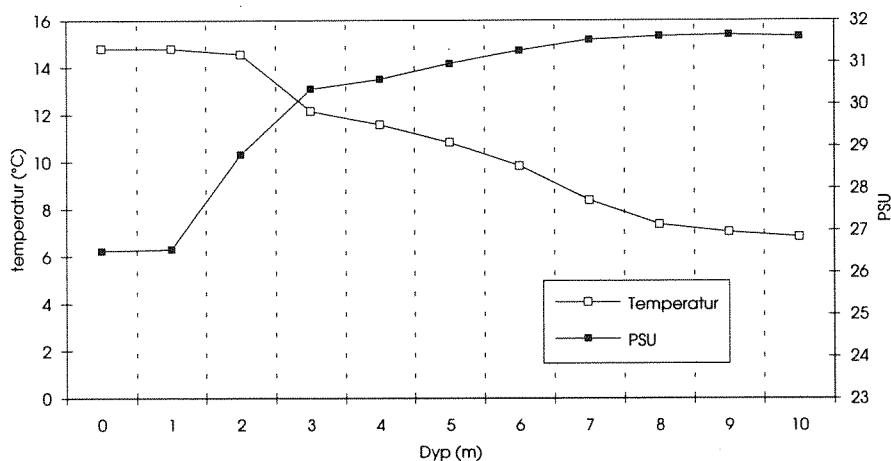


Figur 4. Dyp/areal i Heggedalsbukta.

#### 4.1.2 Hydrografi

Figur 5 viser sjiktningen i Heggedalsbukta den 15.6.1994. Det er ikke noen lokal ferskvannstilførsel av betydning slik at saltholdigheten i Heggedalsbukta bestemmes av vannet som strømmer inn til bukta fra Tromøysundet. Den 15.6.94 var det et sprangsjikt i ca 2 meters dyp, dvs. terskeldypet til Tromøysundet. Saltholdigheten i overflaten var ca. 26.5 PSU og i 10 meters dyp ca. 31.61 PSU<sup>1</sup>. Saltholdigheten registrert av strømmåleren i ca. 0.5 meters dyp ved Pinseholmen varierte mellom 16.8 - 31.8 PSU, med den "vanligste" saltholdigheten (medianverdi) omkring 28 PSU i juni/juli 1994. I 5 meters dyp i Tromøysundet ved Sauholmene varierte saltholdigheten i samme tidsrom mellom 24 og 32.8 PSU, med medianverdi på ca. 29.5 PSU. Ut fra saltholdighetsobservasjonene i Tromøysundet er det sannsynlig at vannet under terskeldyp i Heggedalsbukta ble skiftet ut en gang i perioden 23-24.6.1994.

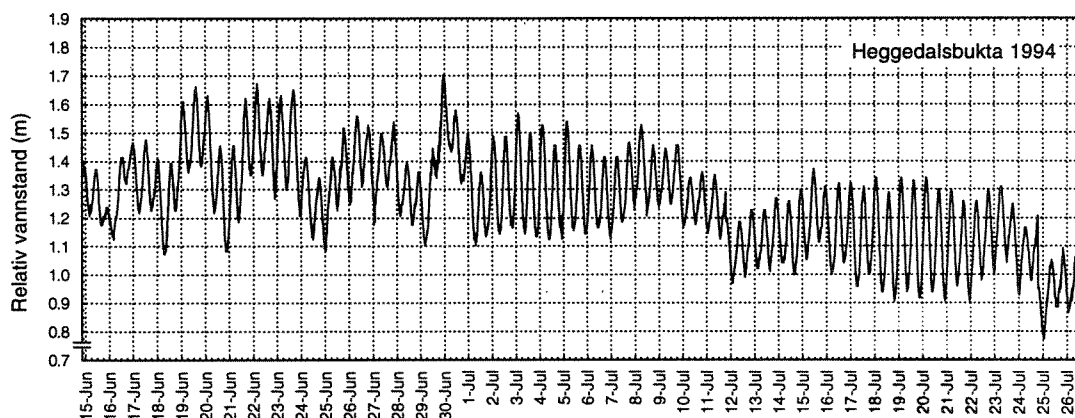
<sup>1</sup>PSU (Practical Salinity Units). Forskjeller i saltholdighet angitt i PSU eller promille har ingen praktisk betydning.



Figur 5. Temperatur og saltholdighet (PSU) i Heggedalsbukta den 15.6.1994.

#### 4.1.3. Strøm

Figur 6 viser et utdrag av vannstandsobservasjonene. Vannstandsvariasjonen viser en tydelig tidevannsvariasjon gjennom hele observasjonsperioden, overlappet av endringer som skyldes vind- og lufttrykksvariasjoner. (Vannstanden er dels en funksjon av tidevannsvariasjonene, men lufttrykksvariasjoner og vind påvirker også vannstanden hvilket fremgår av figur 5.)



Figur 6. Relativ vannstand<sup>2</sup> i Heggedalsbukta.

Med grunnlag i vannstandsmålingene er det beregnet en midlere inn og uttransport for hele perioden (14.6 - 26.7.94). Samme beregning er også gjort for den perioden alle instrumentene fungerte samtidig (22.6 - 29.6). Tabell 1 viser at den perioden alle instrumenter var i funksjon ikke var atypisk sammenlignet med hele perioden som vannstandsmåleren var i funksjon. Sammenligningen er gjort over to ulike perioder for å sammenligne transporter ut fra vannstand og transporter ut fra strømmålinger.

<sup>2</sup> Relativ vannstand er vanlig benyttet i oseanografisk arbeid og er tilstrekkelig til å beregne vannutskifting som følge av vannstandsendringer.

Tabell 1. Beregnede transporter ut og inn Heggedalsbukta ut fra vannstands-observasjoner.

Periode	14.6-26.7.94	14.6-26.7.94	22.6-29.6.94	22.6-29.6.94
	Uttransport (m <sup>3</sup> /s)	Inntransport (m <sup>3</sup> /s)	Uttransport (m <sup>3</sup> /s)	Inntransport (m <sup>3</sup> /s)
Middelverdi	2.3	2.3	2.5	2.5
Median	1.6	1.6	1.6	1.6
Maks	40	13	13	13

Tabell 2 viser transportberegninger for perioden 22.6-29.6.94 ut fra strømmålerdata i sundet mellom Pinseholmen og Buøya samt ved brua over Buesund. Det fremgår at hovedtransporten ut og inn Heggedalsbukta skjer gjennom Buesund. Brukes medianverdi som den "normale" vanntransporten, skjer ca. 70-75 % av uttransporten og ca. 70 % av innstrømmen gjennom Buesund. Medianverdien er vanlig å benytte i oseanografisk arbeid fordi den ikke tar hensyn til ekstremverdier i den ene eller den andre retningen, dvs. den gir et mest mulig representativt bilde av normalsituasjonen. Forskjellen i middelverdi og medianverdi i tabell 2 kan forklares i at middelverdien påvirkes av ekstremverdiene. Skjevheten i transporter kan tyde på en nettosirkulasjon gjennom Heggedalsbukta fra sundet ved Pinseholmen og ut Buesund, men forskjellen ligger på usikkerhetsnivået.

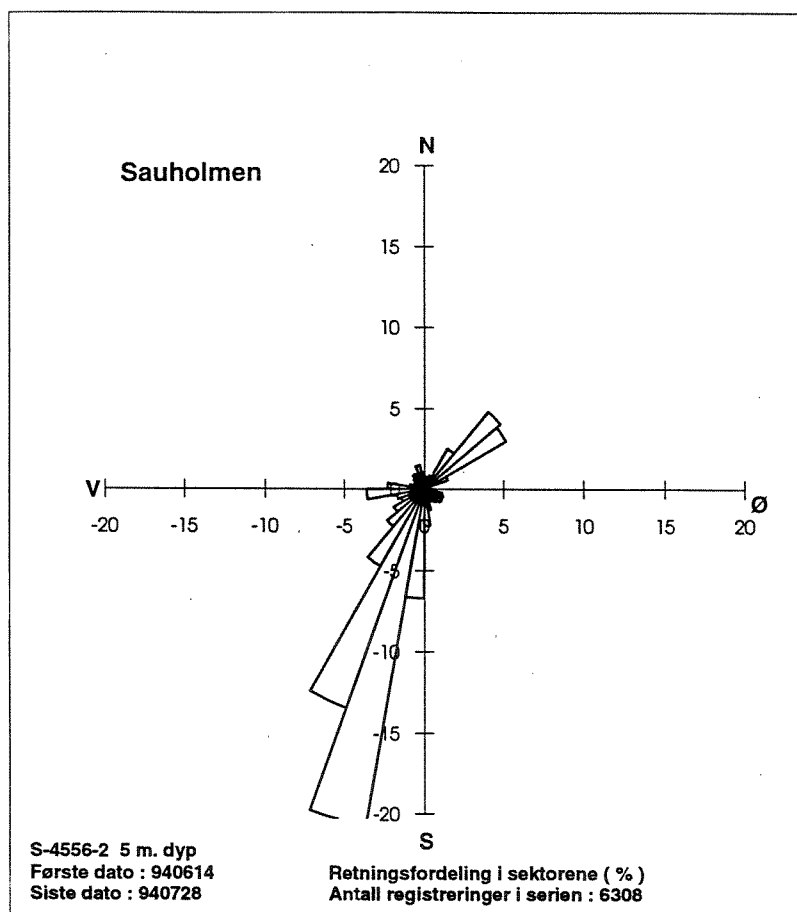
Figur 7 viser dominerende strømretning for strømmåleren i Tromøysundet. I nesten hele perioden dominerte strøm i SV-lig retning. Havnekapteinen i Arendal kunne ikke gi tillatelse til å plassere strømmåleren lengre ut i sundet (hinder for skipstrafikk), og resultatene kan tyde på at strømmen er påvirket av topografien i området. Det er usikkert i hvor stor grad resultatene er påvirket av eventuelle bakevjer, selv om det er entydig at hovedstrømmen i perioden var mot SV. Et av formålene med observasjonene: en direkte korrelering av ut- og inn-strøm i Heggedalsbukta med hovedstrømretningen i Tromøysundet, kan ikke med sikkerhet bli oppfylt, siden bakevjeeffektene i ukjent grad kan ha forstyrret synkroniseringen mellom vannbevegelsene i Tromøysund og Buesund. Strømobservasjonene ved Sauholmene ansees likevel som representative for hovedstrømbildet i Tromøysund, og konklusjonen blir at Heggedalsbukta i hovedsak forsynes med vann fra øst i Tromøysundet og at vann som "normalt" strømmer ut fra Heggedalsbukta via Buesund fortsetter videre mot SV.

Det ble også foretatt driftmerkeobservasjoner av overflatestrømmen den 15.6.1994. Vinden var vestlig i selve området. Observasjonene startet kl. 1340 ved å legge en streng av driftmerker tvers av Heggedalsbukta fra Tippen og nordvestover (figur 11). Målingene ble stoppet kl 1500 samme dag.

Det var synkende vannstand i Heggedalsbukta (figur 8). Strømmen ved Sauholmene i Tromøysundet var NØ-lig og i sundet ved Pinseholmen var den utgående (figur 9 og 10). Strømmåleren ved brua i Buesund var ennå ikke utplassert, men ved slutten av forsøket ble strømmen observert til svakt inngående. Ut fra hva som er "normalsituasjonen" i området var således strømmen i Tromøysundet ikke representativ og observasjonene i Heggedalsbukta ikke representative for "normale" sommerforhold.

Tabell 2. Beregnede transporter ( $m^3/s$ ) ut fra strømmålinger i utløpene til Heggedalsbukta i perioden 22.6-29.6.1994.

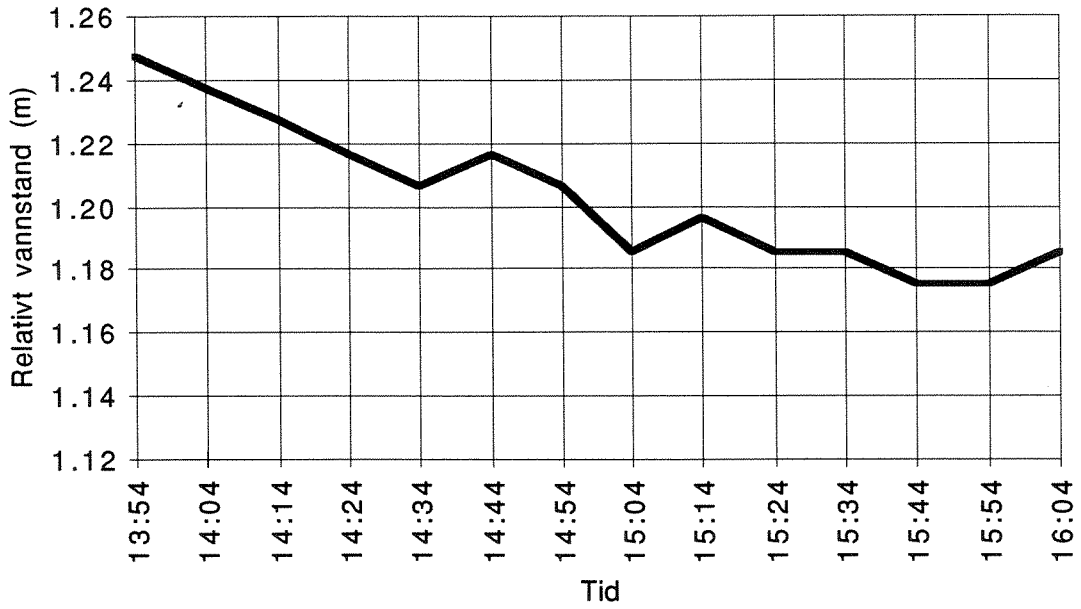
Sted	Transport ut	Transport ut	Transport ut	Transport inn	Transport inn	Transport inn
	Middel	Median	Maks	Middel	Median	Maks
Pinseholmen	0.9	0.7	3.1	0.8	0.7	2.8
Buesund	2.1	2.0	6.7	2.1	1.8	6.1
Sum	3.0	2.7	9.8	2.9	2.5	8.9



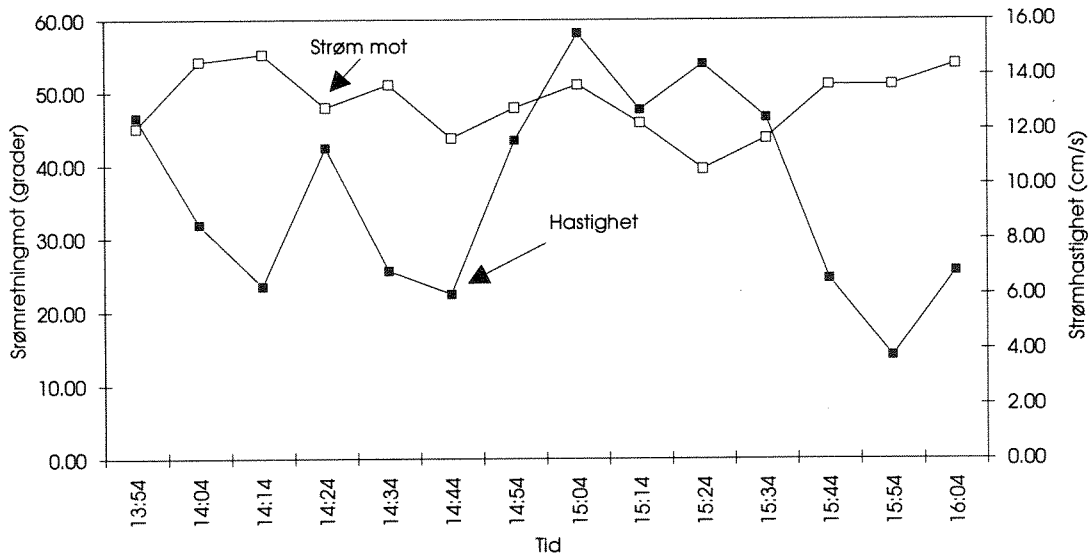
Figur 7. Strøm ved Sauholmene i Tromøysundet.

Driftmerkene fulgte en bane over mot Buøya (figur 11). Av de tolv driftmerkene samlet 5 seg langs den nordlige stranden ved Nitriden mens de resterende beveget seg over til Buøyas vestlige bukt. Vindretningen (vindstrømmen) i kombinasjon med den svake innstrømmen ved Buesund og synkende vannstand med i hovedsak utstrøm ved Pinseholmen var årsaken bak driftmerkernes "veivalg".

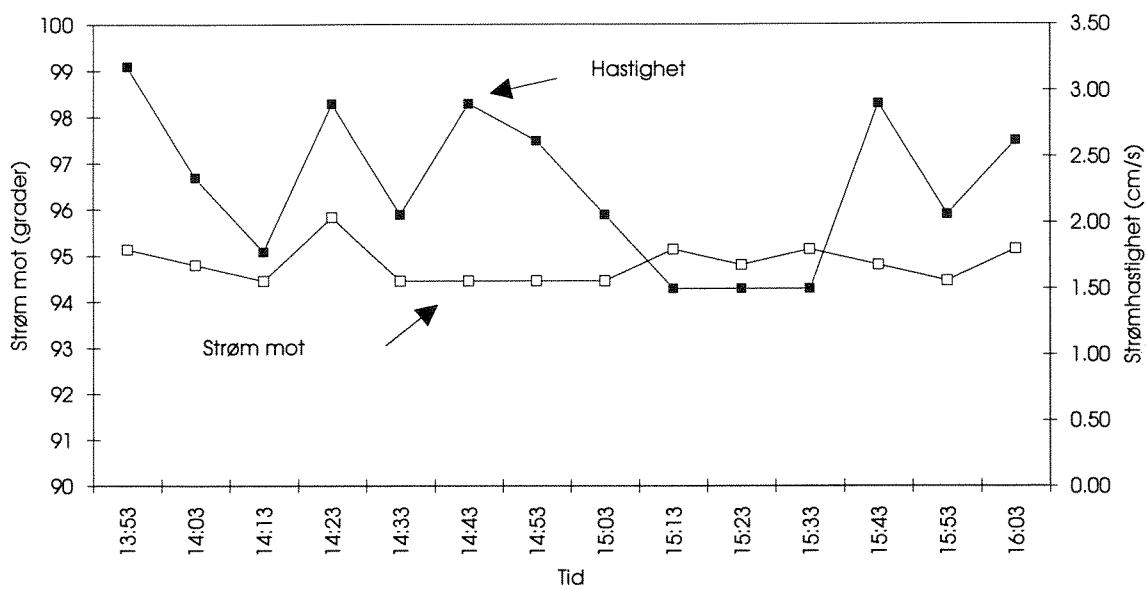
Ut fra det som øvrige observasjoner har vist av mer "sommernormale" strømforhold kan vi anta at hovedspredningsveien fra deponiet er langs den sørlige stranden i bukta og ut gjennom Buesundet til Tromøysundet, samt videre SV- i Tromøysundet. Ved innstrøm gjennom Buesundet og stigende vannstand vil derimot overflatevannet ved deponiet kunne bevege seg over mot Buøya og sannsynligvis også mot Heggedalsbuktas nordvestlige strand.



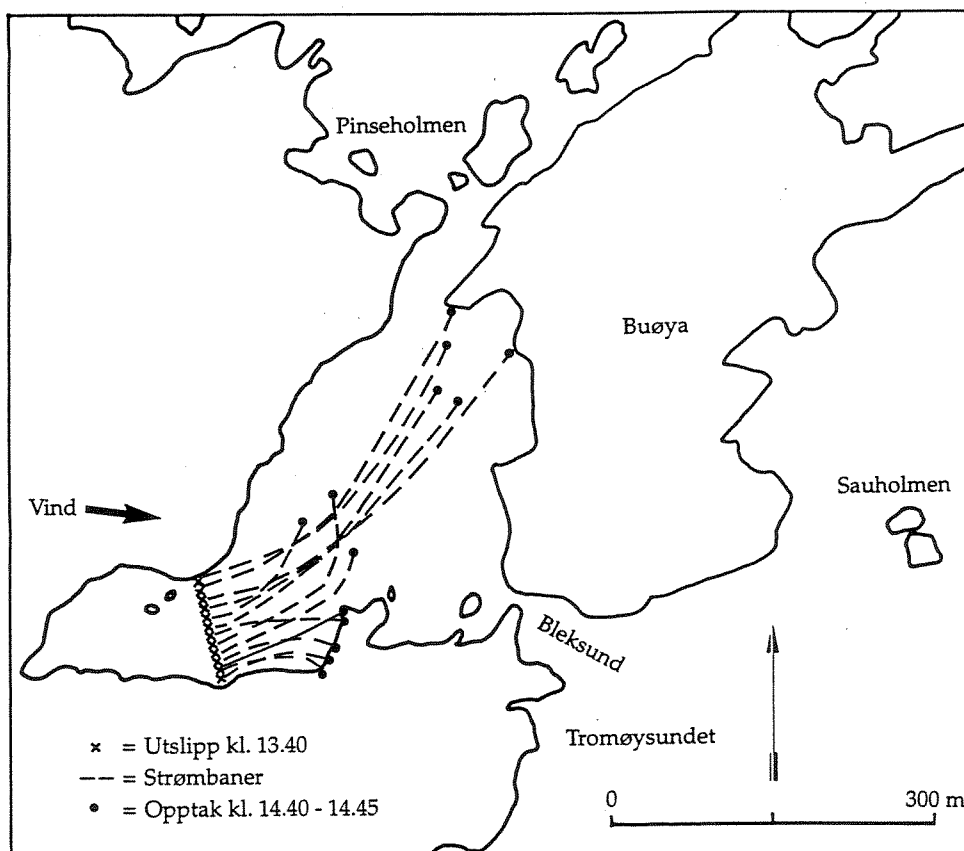
Figur 8. Relativt vannstand i Heggedalsbukta den 15.6.1994 kl 1354 til 1604.



Figur 9. Strømmens hastighet og retning i Tromøysundet ved Sauholmene den 15.6.1994.



Figur 10. Strømmens hastighet og retning ved Pinseholmen den 15.6.1994.



Figur 12. Driftmerkesobservasjoner den 15.6.1994.

## **Konklusjoner.**

Observasjonene i Tromøysundet og Heggedalsbukta viste en tydelig tidevannspåvirkning av strømsystemet, og at hovedtransporten av vann inn i og ut av Heggedalsbukta skjer gjennom Buesund. Videre var dominerende strømmretning i Tromøysundet i hele måleperioden sørvestlig. Hovedspredningsveien for vann fra deponiområdet i Heggedalsbukta er derfor sannsynligvis ut gjennom Buesund til Tromøysundet og videre mot SV. Ved innstrømmende vann til Heggedalsbukta og stigende vannstand vil overflatevannet ved deponiområdet i større grad kunne bli ført nordover og eventuelt ut sundet ved Pinseholmen.

## 4.2. Dykkerbefaring

### 4.2.1. Beskrivelse av strandsonen ned til 15 m dyp, i Tromøysund og Heggedalsbukta ved Nitriden

Ved befaring (dykk 1, jfr. vedlegg 2) langs Tromøysundtippet og Nitriden kaia (posisjon 1 - 15 i figur 2) fra 10 til 15 m vanddyb var det ingen tegn til røråpninger eller andre utslippspunkter utenfor Nitriden kaia bortsett fra en rørledning (posisjon 11) som så ut som en PVC vannledning, kuttet av på ca 11 m dyp. Bortsett fra det som er konkret påpekt i hver posisjon (jfr. vedlegg 2) synes fjellveggen normalt begrodd med marine organismer. Deposisjon av hvitt kalk- eller malings-aktig belegg ble observert utenfor kaistolpe A2-A3 på ca 8 m dyp, og vanlig forekomst av svarte sedimentkorn i hele området rundt undervannsplattform. Utseende var det samme som blåsesanden (dvs. sand som er benyttet til sandblåsing) som er dumpet i strandkanten NØ for undervannsplattformen.

Ved befaring av samme strekning (dykk 2) langs Nitriden kaia (posisjon 14 - 17) som ved dykk 1, men fra ca 10 til 0m dyp ble det heller ikke registrert noen rørledninger eller andre former for punktutslipp.

Under dykk 4 langs Tromøysund-tippet i Bukkevika fra 10 til 0m dyp ble det heller ikke påvist noen avløpsrør, men fyllingas struktur gjorde at slike kan forekomme inne mellom stein og skrot og algebegroing uten å bli oppdaget. Ingen tegn til påvirkning fra evt. tilførsel gjennom avløp ved posisjon E (figur 2). Gammelt fat (200 liters) ble påvist under gammel kai ved posisjon E. En klase med blåskjell på taustump øst i Bukkevika ved gammel brygge (figur 2) ble frosset for analyse (jfr. kap. 4.3.1.).

Kaiområdet NØ for undervannsplattform fra 0 - 10m dyp ble undersøkt under dykk 5. Det ble ikke påvist noen rørledninger. Utseende var stort sett som foran hovedkaia, men med vesentlig fast fjell med større felter av skjellblandet mudder.

## Konklusjoner

Det ble ikke påvist rørledninger eller utslippspunkter ved dykkerbefaringen. Området ned til 15 m dyp var preget av mye jernskrot. Det ble tatt prøver av bunnsedimenter samt naturlig populasjon av blåskjell og o-skjell under dykking. Tydelig avsetning av blåsesand ble observert i bukten mellom undervannsplattformen og NØ-enden av kaia på ca 5 m dyp. Samme materiale ble observert i strandkanten ovenfor. Svart seigt materiale mellom stolpe B2 og B3 inn mot gammel kaifront ble prøvetatt under dykk 3 samt hvitt malingsaktig belegg som lå i felter mellom stolpe B3 til B8. Sort leiraktig sediment som kunne være avfall ble også prøvetatt utenfor pir, SV for hovedkai på ca 10 m dyp.



### 4.3. Miljøgifter i indikatororganismer - transplanterte blåskjell, naturlig populasjon av blåskjell og o-skjell.

Alle analyseresultater er gitt i vedlegg 5 til og med 8.

#### 4.3.1. Innsamling i mai 1994, naturlig populasjon (PAH, PCB og metaller)

Under dykkerbefaringen i mai 1994 ble det sanket naturlig forekommende blåskjell og o-skjell fra henholdsvis Bukkevika og under den SV-delen av hovedkaia for Nitriden ut mot Tromøysund (figur 2). Analyseresultater av skjellene var som tabell 3 viser.

Tabell 3. Analyseresultater av naturlig populasjon av blåskjell og o-skjell samlet i mai 1994 fra Bukkevika og under hovedkaia for Nitriden ut mot Tromøysund. Fett og tørrstoff er oppgitt i %. PAH og PCB er oppgitt som µg/kg (ppb) vått materiale (friskvekt basis). PAH er gitt som sum av 42 forbindelser. PCB er gitt som totalsum av alle detekterte enkelt-kongenerer. Metaller er oppgitt i mg/kg (ppm) tørt materiale.

Prøvebetegnelse	Fett	Tørrstoff	PAH	PCB	Cd	Hg	Cu	Pb	Sn
Bukkevika, Blåskjell	3,4	22	330	29	0.7	0.05	10	1.5	<0.9
Under kai-O-skjell	2,4	19	1990	21	1.2	0.05	6.3	5.2	<1.1
Ref. SV *	1.8	17	42.5	10	1.5	0.07	7.1	1.2	<1.2
Ref. NØ *	2	20	26	1.6	1.6	0.05	6.0	0.9	<1.2
Bakgrunnsverdier			<100	<10	<2	<0.2	<10	<5	1

\* Referansedata fra blåskjell innsamlet i oktober (jfr. tabell 5)

Normalkonsentrasjoner av PAH og PCB i blåskjell er henholdsvis <100 og <10 µg PAH, PCB /kg vått materiale (jfr. tabell 1 i vedlegg 1). SFTs klassifisering referer seg til totalkonsentrasjoner av PCB. Undersøkelser har vist at  $\Sigma$  seven Dutch (sum PCB-28, 52, 101, 118, 153, 138, 180) utgjør henholdsvis ca. 30 % av total PCB i Aroclor 1260 (Safe et al., 1987). For å kunne sammenligne med miljøkvalitetskriteriene som er basert på total PCB  $\Sigma$  seven Dutch med 2,4 (Næs et al., 1991) Tallet 2,4 er blitt benyttet ved tilsvarende undersøkelser (Berge og Helland, 1993). Analysene av PCB fra innsamlingen i mai og august ble imidlertid utført som en sum av PCB, dvs. enkeltkongenerer ble ikke spesifisert (jfr. vedlegg 1).

Hvis man antar at summen av analysert PCB tilsvarer total PCB hadde den naturlige populasjonen av blåskjell fra Bukkevika en overkonsentrasjon av PCB og PAH på ca 3x i forhold til antatt bakgrunnsnivå i diffust belastede områder. Skjellene kan klassifiseres som moderat forurenset av (klasse 2).

Normalkonsentrasjoner av Cd, Hg, Cu og Pb i diffust belastede områder antas å være mindre enn henholdsvis 2, 0.2, 10 og 5 mg/kg tørt materiale. Nivåene i blåskjellene fra Bukkevika var lave og alle de nevnte metallene lå innenfor grensen for klasse 1, dvs. god (jfr. tabell 1 i vedlegg 1). Innholdet av tinn (Sn) var også lavt. Sn er ikke med i SFT's veiledning for miljøkvalitet. Et forslag til normalverdi for Sn i blåskjell har vært 1 mg Sn /kg (tørrvekt) (Knutzen og Skei, 1990). Det finnes få data på total-tinn i blåskjell. Organisk bundet tinn har vært gjenstand for større oppmerksomhet fordi stoffet har vist seg å ha formeringshemmende virkning på organismer.

Det finnes mindre referansedata for miljøgifter i o-skjell enn i blåskjell. Det er derfor ikke utarbeidet miljøkvalitetskriterier for o-skjell. O-skjell som normalt vokser nær en forurenset sedimentoverflate vil kunne ha et høyere innhold av metaller og organiske

miljøgifter enn blåskjell. O-skjellene vil da være mer eksponert for oppvirling av partikler fra det forurensete sedimentet. Tilsvarende vil blåskjell som vokser høyere opp i vannmassen være mer eksponert for avrenning fra land og eventuelle utslipp som går ut i overflaten. I områder som har slike overflateutslipp har det vist seg at blåskjell har høyere konsentrasjoner av miljøgifter enn o-skjell som sitter dypere. Det er derfor ingen grunn til å anta at o-skjell naturlig skal ha høyere konsentrasjoner av miljøgifter enn blåskjell, dvs. miljøkvalitetskriteriene benyttet for blåskjell kan overføres til o-skjell.

O-skjellene fra Nitriden kan på dette grunnlag regnes å ligge 20 ganger over bakgrunn, dvs. kan betegnes som sterkt forurenset (klasse 4).

#### 4.3.2. Innsamling i august 1994, transplanterte blåskjell (PAH, PCB og metaller)

Ved innsamlingen i august 1994 ble det tatt prøver fra totalt 26 rigger (dvs. fra alle gjennfunne rigger). Skjell fra 8 stasjoner ble valgt ut for analyse. I tillegg ble en stasjon (st. 16) fra denne innsamlingen analysert ved et senere tidspunkt, dvs. samtidig med skjellene fra innsamlingen i oktober. Analyseresultatene fra innsamlingen i august er gitt tabell 4.

Tabell 4. Analyseresultater av transplanterte blåskjell innsamlet i august 1994. Fett og tørrstoff er gitt i %. PAH og PCB er oppgitt som µg/kg vått materiale (friskvekt basis). PAH er gitt som sum av 37 forbindelser. PCB er gitt som totalsum av detekterte enkelt-kongenerer. Metaller er oppgitt i mg/kg tørt materiale. i.a.: ikke analysert.

Stasjon	Fett	Tørrstoff	PAH	PCB	Cd	Hg	Cu	Pb	Sn
2	1,4	15	45	7,5	1.6	0.08	8.7	2.3	<1.3
9	1,3	16	144	6,4	1.3	0.07	9.4	2.4	<1.3
10	1,5	16	64	8,0	1.3	0.08	6.1	2.2	<1.3
15	1,5	17	51	6,8	1.5	0.08	7.1	2.2	<1.2
**16	1,8	17	29	2,8	2.0	0.06	5.9	3.4	<1.2
17	1,6	17	51	6,8	1.4	0.07	5.9	1.8	<1.2
19	1,5	17	51	17,0	1.4	0.06	7.1	2.2	<1.2
22a	1,7	17	10	23,8	1.2	0.08	6.5	1.9	<1.2
27	1,7	18	18	21,6	1.1	0.06	6.1	1.8	<1.1
Ref.SV *	1.8	17	42.5	10	1.5	0.07	7.1	1.2	<1.2
Ref.NØ *	2	20	26	1.6	1.6	0.05	6.0	0.9	<1.2

\* \*Skjell fra stasjon 16 ble analysert sammen med skjellene fra innsamlingen i oktober.

\* Referansedata fra blåskjell innsamlet i oktober (jfr. tabell 5)

Innholdet av PAH var lavt på alle stasjoner med unntak av stasjon 9 som ligger i Bukkevika, midt på Tromøysund-tippen. Skjellene her var moderat forurenset (klasse 2, jfr. tabell 1 i vedlegg 1). Generelt var det små forskjeller mellom stasjonene. Stasjonene NØ for Nitriden (st. 22a og 27) hadde imidlertid noe lavere verdier enn de øvrige stasjonene. Naturlig populasjon av blåskjell fra Bukkevika hadde et høyere innhold av PAH enn de transplanterte skjellene (jfr. tabell 3, pkt. 4.3.1.). Dette kan ha sammenheng med at de har hatt en lenger eksponeringstid. Forurensningsnivået (klasseinndeling) var imidlertid det samme på transplanterte og naturlig populasjon.

Enkeltkongenerer ble ikke spesifisert ved analysene av prøvene samlet inn i august. Det er derfor umulig å si hvor stor andel de oppgitte PCB-verdiene utgjør av total mengde forekommende PCB, som danner grunnlag for miljøkvalitetskriteriene. Antatt at innholdet av analysert PCB i august prøvene representerer total PCB, ligger de fleste stasjonene under bakgrunns-nivå (klasse 1, lite forurenset). Stasjon 19, 22a og 27,

dvs. stasjonene NØ for Nitriden hadde noe høyere verdier og lå opp mot 2x bakgrunn, dvs. moderat forurenset (klasse 2, jfr. tabell 1 i vedlegg 1)  
Tilsvarende var det liten variasjon i konsentrasjonen av alle analyserte metaller og innholdet var lavt i alle prøver. Alle verdier lå i klasse 1, dvs. lite forurenset.

#### **4.3.3. Innsamling i oktober 1994, transplanterte, naturlig referansepopulasjon og juvenile blåskjell**

##### 4.3.3.1. PAH

###### Total konsentrasjon

Det ble samlet inn skjell fra de 23 gjenværende riggene i oktober samt to prøver fra naturlig populasjon NØ og SV i Tromøysund. I tillegg ble det på st. 5 og 8 tatt prøver av årets yngel (heretter kalt juveniler) som hadde slått seg ned på utsiden av strømpene. Analyseresultatene er gitt i tabell 5.

De høyeste verdiene ble registrert i Bukkevika, dvs. fra den nordlige enden av kaia ved Arendal Smelteverk til østenden av Tromøysund-tippen (fra stasjon 6 tom. 11) samt på de tre stasjonene utenfor Heggedalstippen (stasjon 24, 25, 26). Disse stasjonene var moderat forurenset av PAH (klasse 2).

Tilsvarende som ved innsamlingen i august hadde stasjonene NØ for Nitriden-kaia gjennomgående lavere PAH-konsentrasjoner (med unntak av stasjonene utenfor Heggedalstippen) enn stasjonene SV for kaia.

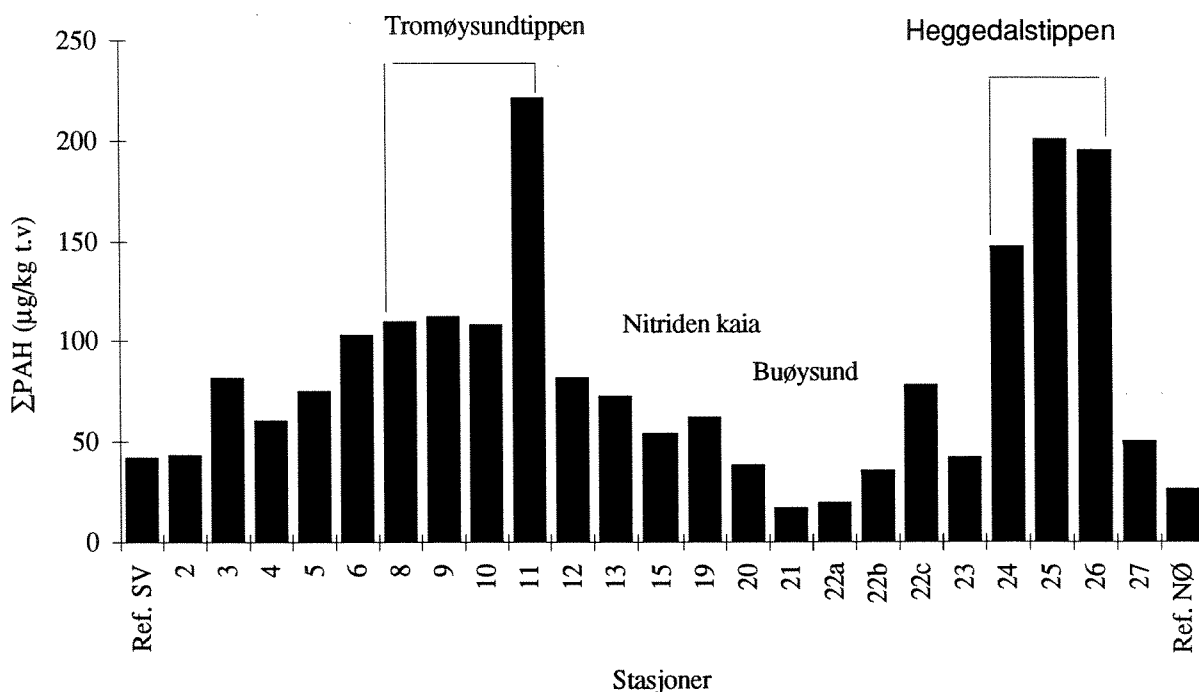
Sammenlignet med referansepopulasjonene (Ref. NØ) hadde skjell fra tilnærmet samtlige stasjoner hatt et opptak av PAH i perioden (figur 12). Unntaket var skjell fra stasjonene NØ for den gamle kaia ved Nitriden (st. 20) og videre NØ forbi Buøysund samt stasjonen ved Pinseholmen (st. 23). Størst opptak av PAH hadde skjellene utenfor deponiene.

Resultatene viste ingen signifikant forskjell mellom total vevskonsentrasjon av PAH i august og oktober (parvis t-test på logtransformerte verdier fra tabell 5 og 6,  $p = 0.41$ ), men høy korrelasjon mellom konsentrasjonene innenfor samme rigger (corr.koeff = 0.87). Dette viser at det geografiske mønsteret i totalt vevsnivå av PAH var stabilt fra august til oktober. Målet ved å samle inn skjell over to perioder var å dekke en tørrværsperiode med liten avrenning fra land og en nedbørsrik periode med stor avrenning. Det viste seg etter opplysninger fra Meteorologisk institutt at den første innsamlingen ble foretatt for sent til at denne målsettingen ble oppnådd. Fra og med mai til og med juli falt det 22 mm nedbør i Arendal. I august falt det 172 mm og i september og oktober, 135 mm. Dvs. for å dekke den tørrværsperioden man hadde håpet på burde skjellene vært samlet inn en måned tidligere. Skjellene ble i august eksponert for betydelig avrenning fra land som følge av stor nedbør sammenlignet med mai til juli. Dette kan forklare hvorfor det ikke var store forskjeller mellom perioden mai - august og august - oktober.

Tabell 5. Analyseresultater av transplanterte, naturlig referansepopulasjon samt juvenile blåskjell innsamlet i oktober 1994. Fett og tørrstoff er gitt i %. PAH og PCB er gitt i  $\mu\text{g}/\text{kg}$  vått materiale. Metallene er gitt i  $\text{mg}/\text{kg}$  vått materiale. PAH er gitt som sum av 37 forbindelser (NIVA: 26 forbindelser). PCB er gitt som  $\Sigma 7\text{Dutch} \times 2,4$ , se vedlegg 6 og 8 for nærmere spesifisering av enkeltkongenerer. (Der hvor verdier ikke er oppgitt er analyser ikke utført.)

Stasjon	Fett	Tørr-st.	PAH	PCB	Cd	Hg	Cu	Pb	Sn
2	1.6	19	43.7	4.4	1.5	0.04	6.3	1.2	<1.1
3	2.3	20	82	7.2					
4	1.7	16	60.8	5.8					
5	1.7	19	76	5.0					
6	1.5	18	102.6	4.8					
8	3.9	24	110.4	2.0					
9	1.9	19	112.1	5.7	1.6	0.05	5.8	1.4	<1.1
10	2	18	108	7.5	1.4	0.06	6.7	1.4	<1.1
11	2.1	18	221.4	5.5					
12	1.8	20	82	5.5					
13	2.5	22	72.6	4.8					
15	2.3	20	54	5.7	1.5	0.05	6.0	1.4	<1.0
19	2	20	62	5.3	1.8	0.04	7.0	1.2	<1.0
20	2.1	21	37.8	5.0					
20*	2.1	21	78.6	4.1					
21	1.8	21	16.8	3.3					
22a	1.6	18	19.8	2.9	1.4	0.04	6.7	0.7	<1.1
22b	1.7	18	36	3.9					
22c	2.2	21	77.7	9.3					
23	2.5	21	42	8.7					
24	2	19	146.3	17.8	0.18		1.1	<0.75	
25	1.8	19	199.5	11.2	0.23		0.9	<0.75	
26	2.3	20	194	12.9	0.26		1.2	<0.75	
27	2.2	21	50.4	2.8	1.3	0.04	7.1	1.1	<1.0
Ref. SV	1.8	17	42.5	3.8	1.5	0.07	7.1	1.2	<1.2
Ref. NØ	2	20	26	2.9	1.6	0.05	6.0	0.9	<1.0
Ref. NØ*	1.9	19.6	23.2	3.1					
Juv. 5	2.7	23	87.4	4.1	1.2	0.02	8.7	0.4	<0.9
Juv. 8	1	24	70	7.5	1.5	0.03	8.8	0.6	<0.8
Juv. 8*	3.9	24	178.6	10.1					

\* Parallele prøver analysert ved NIVAs laboratorium



Figur 12. Total PAH ( $\Sigma 37$  forbindelser,  $\mu\text{g}/\text{kg t.v.}$ ) i skjell innsamlet i oktober 1994 fra SV til NØ i Tromøysund samt Heggedalsbukta.

### Mønster i komponentsammensetningen (PAH-profil)

De multivariate analysene av PAH-profil er primært utført på skjell innsamlet i oktober. Figur 13 viser resultatene fra analysen av likhet både i totalkonsentrasjon (sum-PAH) og komponentsammensetning. Analysen viste at akse 1 i figuren, som i hovedsak reflekterer forskjeller i totalkonsentrasjon (med økende konsentrasjon den vei pilene peker), forklarer 67 % av datamaterialets totale variabilitet. Akse 2, som i hovedsak representerer forskjeller i komponentsammensetning (PAH-profil), forklarte 12 % av variabiliteten. Figuren viser at stasjonene fordelte seg i tre hovedgrupper etter likhet i komponentsammensetning.

Gruppe 1 besto av de tre riggene langs Heggedalstippen. Den er karakterisert av høy totalkonsentrasjon og har en overvekt av ikke-metylerte PAH-forbindelser (benz(b)fluoranten, fluoranten, fenantren, benz(e)pyren og pyren).

Gruppe 2 besto av skjellprøver med lavt totalinnhold av PAH, men likevel en PAH-profil med viss likhet til gruppe 1. Dette er prøver fra øvrige deler av Heggedalsbukta, Buøysund og referansestasjonen NØ i Tromøysundet.

Gruppe 3 besto i hovedsak av skjellprøver fra Nitriden-kaia, Bukkevika og sørvestover. Denne gruppen har midlere totalkonsentrasjon av PAH og en PAH-profil som i større grad karakteriseres av metylerte fenantrener (metyl-4-9- og metyl-1-fenantren, til dels metyl-3-fenantren).

Resultatene indikerte altså et skille i PAH-profil mellom Heggedalsområdet og Nitriden-Tromøysundtippet-området. PAH-profilen i gruppe 3 tyder på en påvirkning av ikke-forbrent PAH (muligens oljerelatert, karakterisert av metylerte forbindelser), mens gruppe 1 og 2 i større grad reflekterer forbrenningsgenerert PAH. Dette er i

overenstemmelse med registreringene som er gjort på land (Ola Nordal, pers medd.) der det er påvist at Heggedalstippen består av produksjonsavfall (ovnsavfall) mens det i grunnen ved Tromøysund tippen er påvist ren tjære (ikke-forbrent). Vi har imidlertid ikke data fra kildeprøver i Heggedalstippen som gjør en direkte profilsammenlikning med skjellprøvene mulig.

Analysen ble også gjort etter en normalisering av datamatriksen som eliminerte forskjeller i totalkonsentrasjon, dvs. en analyse av likhet bare i komponentsammensetning. Resultatplottene fra analysen er gitt i Vedlegg 9. De tre prøvene ved Heggedalstippen utgjorde fortsatt en veldefinert gruppe stort sett atskilt fra de øvrige i PAH-profil og var karakterisert av høyt innhold av fenantren, pyren og fluoranten og et lavt innhold av metylerte PAH-forbindelser, m.a.o. forbrenningsrelatert PAH. Koblingen til de øvrige prøvene fra Heggedalsområdet var imidlertid ikke så entydig som i figur 13, selv om de to prøvene ved Buesundet fortsatt hadde mest likhet med prøvene utenfor Heggedalstippen. Blåskjellprøven fra Heggedalsbukta nordre utløp hadde en helt annen profil enn disse.

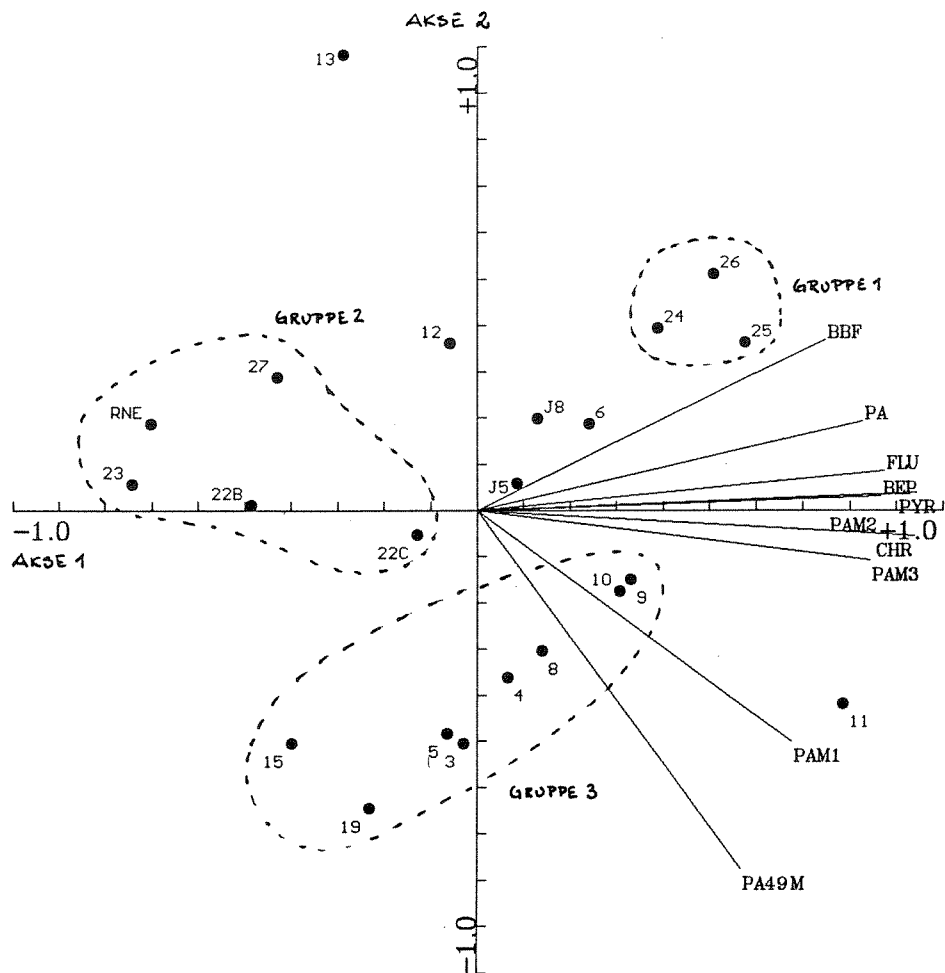
Prøvene fra Nitriden-kaia og sørover var fortsatt (og til forskjell fra de ovenfor) i hovedsak assosiert med metylerte PAH-forbindelser. De vesentligste unntak herfra var rigg 12 og 13 på neset øst for Bukkevika, og rigg 6 fra Smelteverkskaia.

Det ble videre gjort en analyse av likheten mellom skjellene og de to sedimentprøvene tatt under og sør for hovedkaia (U.kai og kai SV, mai 1994 jfr. pkt. 4.2), samt to jordprøver tatt fra brønn TT2 i Tromøytippen (Jordforsk 1994, resultater fra brønner i Heggedalstippen var ikke tilgjengelige da analysene skulle kjøres).

Sedimentprøvene skilte seg klart i profil fra skjellprøvene fra samme sted, og hadde likhet med skjellprøvene fra Heggedalstippen. Sedimentprøvene syntes lite påvirket av oljerelatert PAH. Dette utelukker imidlertid ikke at oljerelatert PAH kan være kilden, og at det eventuelt har foregått en selektiv akkumulering av de ikke-metylerte forbindelsene til sedimentene eller nedbrytning av de metylerte forbindelsene. Det ble tatt prøver av de øvre 5 cm av sedimentene, som representerer en blandprøve av nye og eldre sedimenter hvor nedbrytning av organiske komponenter har foregått i varierende grad.

De to brønnprøvene var karakterisert av metylerte PAH (som også karakteriserte skjellprøvene fra Nitriden og sørvestover) og derved sannsynligvis er av oljeopprinnelse eller ikke-forbrent PAH. Som nevnt ovenfor er det i dette området påvist tjære i grunnen.

Det er også gjort en analyse av likheter i PAH-profil mellom august- og oktoberprøvene av skjell. Resultatene viste tendens til at augustprøvene jevnt over var karakterisert av benz(a)antracen og chrysen, mens oktoberprøvene fra de samme riggene var karakterisert av benz(e)pyren. Så selv om total-konsentrasjonen av PAH ikke var entydig forskjellig i de to periodene, indikerer resultatene en systematisk kvalitativ forskjell i akkumulasjon. Datagrunnlaget for denne konklusjonen er imidlertid meget spinkelt.



Figur 13. Biplott fra PCA-analysen av PAH i blåskjell innsamlet i oktober 1994. Aksene i figuren er PCA-akse 1 og 2 og punktene representerer de enkelte skjellstasjonene. Avstanden mellom punktene er mål for likhet mellom prøver (liten avstand - stor likhet). Linjene fra origo representerer de enkelte PAH-forbindelsene. Nærhet mellom et punkt og en linje langt fra origo viser at denne prøven (punktet) er sterkt påvirket av den aktuelle komponenten (linja). Entydige grupper av prøver er markert med stiplet linje (se utdypende forklaring i Vedlegg 9).

#### 4.3.3.2. Polyklorerte bifenyler (PCB)

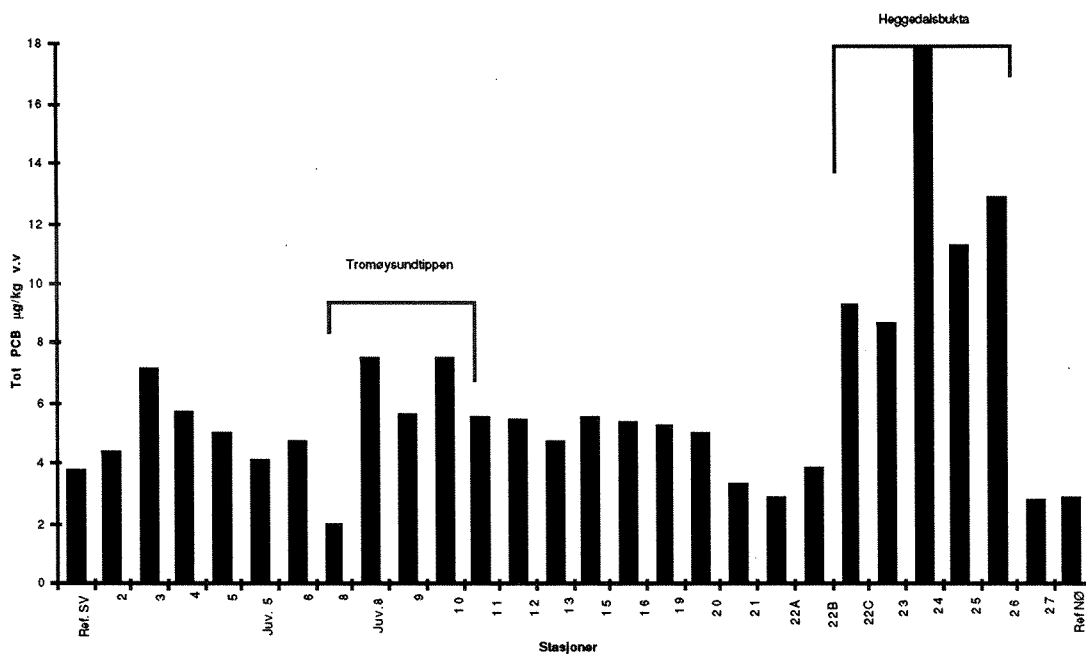
##### Totalkonsentrasjon

For å kunne sammenligne PCB-innholdet i blåskjell med SFT's miljøkvalitetskriterier (jfr. tabell 1 i vedlegg 1) må totalinnholdet beregnes. Som nevnt under pkt. 4.3.1. kan totalen beregnes ved å multiplisere  $\Sigma$  "7 Dutch" med to. Det beregnede totalinnholdet av PCB i blåskjellene lå fra 2 til 18  $\mu\text{g}/\text{kg}$  vått materiale (tabell 5). Alle stasjoner med unntak av stasjonene utenfor Heggedalstippen (st. 24, 25, 26) lå i klasse 1, dvs. "lite forurenset" (jfr. tabell 1 i vedlegg 1). Som tabell 5 og figur 14 viser hadde alle stasjonene i Heggedalsbukta, både st. 24, 25 og 26 samt 22c og 23 høyere verdier enn øvrige stasjoner. Stasjon 24, 25 og 26 som hadde de høyeste verdiene kan klassifiseres som moderat forurenset (klasse 2).

Prøvene fra oktober innsamlingen ble kalibrert med PCB-30 som intern standard. Ved analyser av det øvrige materialet ble PCB-kongenerene kvantifisert ved bruk av både PCB-30 og PCB-240. Årsaken til at det på oktober materialet kun ble benyttet en

lavklorert standard (PCB-30) var at arealet av den interne standarden som ble benyttet til å kvantifisere PCB-101 og PCB-209 var vesentlig lavere i 5 av prøvene. Dette ga markert høyere verdier på disse 5 stasjonene (jfr. vedlegg 6). Det ble foretatt parallellanalyser ved NIVAs laboratorium på 3 stasjoner, bl.a. to av de (St. 8 og 20) som kom ut med høye verdier (jfr. vedlegg 8). Disse parallellanalysene ga imidlertid lave verdier jfr. tabell 6. Ved kun å benytte PCB-30 som nevnt på SINTEF's resultater ble de sammenlignbare med resultatene fra NIVA. Hvis alle stasjonene har samme PCB-profil som som de tre fra parallellanalysen er det sannsynlig at også verdiene for de øvrige stasjonene er riktige ved kun å benytte PCB-30. De multivariate analysene (se nedenfor) viste imidlertid at Heggedalsbukta hadde en noe annen komponentsammensetning. Prøver fra stasjon 24, 25 og 26 er derfor sendt til reanalyse for å være sikker på verdiene basert på PCB-30 er riktige.

Sammenligner man PCB-verdiene fra august- med oktober- innsamlingen (tabell 6), lå august-verdiene jevnt over ca 10 x høyere enn ved innsamlingen i oktober. Den ene augustprøven analysert sammen med oktoberprøvene (st 16) lå på nivå med oktoberprøvene forøvrig. Dette viser klart at augustanalysene ikke er sammenlignbare med oktoberanalysene som nevnt i vedlegg 1. Augustverdiene er gitt som en sum PCB hvor man ikke har kontroll med hvilke kongenerer som inngår.



Figur 14. Total PCB i blåskjell (µg/kg v.v.) fra Nitridenområdet, innsamlet i oktober 1994.



Tabell 6. Konsentrasjonen av sum analysert PCB ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  tørt vev) i august og oktober for de riggene som ble høstet på begge tidspunktene.

Rigg nr	august 1994	oktober 1994
2:	50	14
9:	40	17
10:	50	23
15:	40	15
19:	100	14
22A:	140	8
27:	120	12
Ref. NØ*		12
Ref. SV*		24

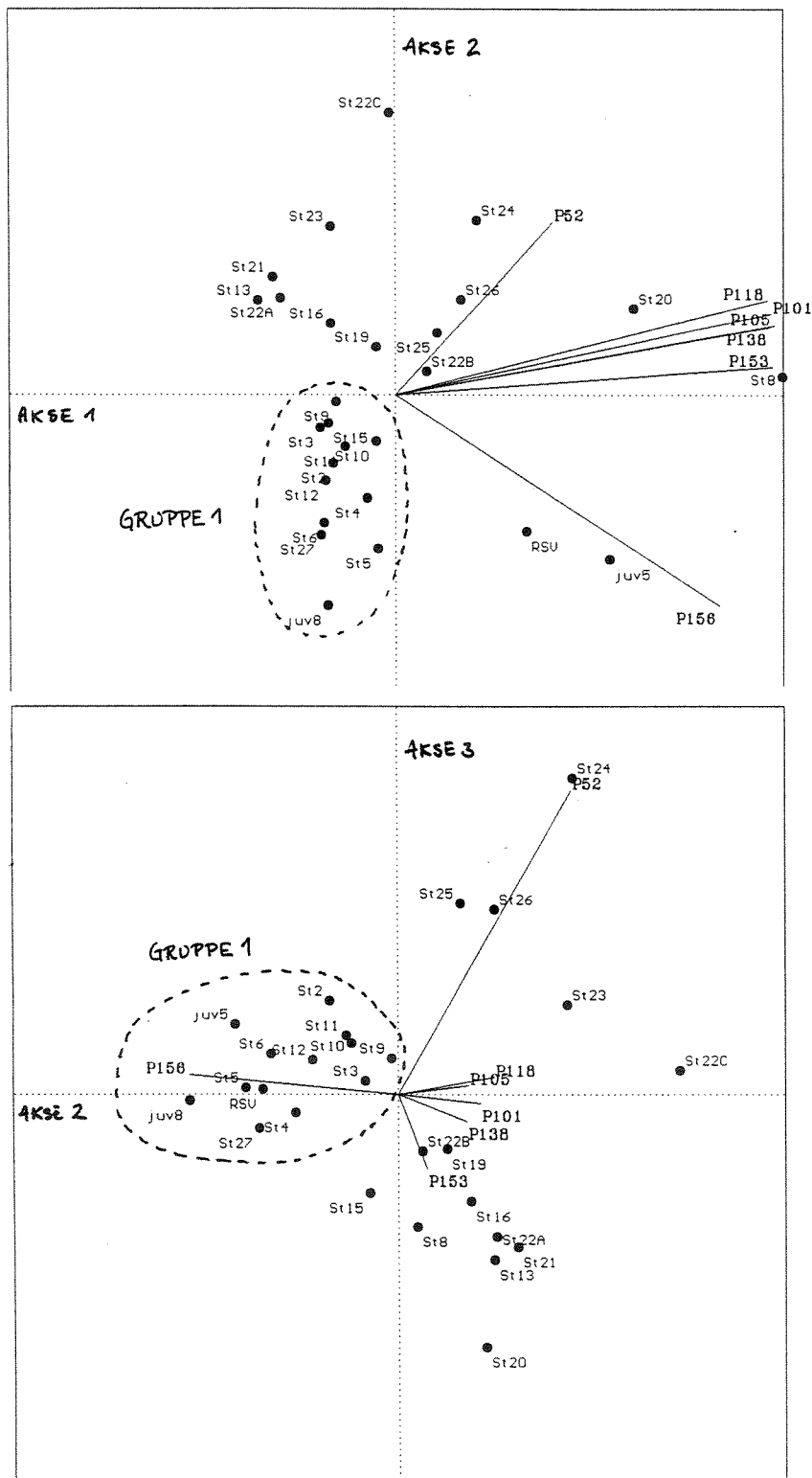
#### Mønster i komponentsammensetningen (PCB-profil)

Som for PAH ble det gjennomført en multivariat analyse (PCA) av likheter i komponentsammensetningen av PCB. Kun skjellprøvene fra oktober ble benyttet, da det som nevnt bare er fra denne analyseomgangen man har tilgang på verdiene av enkeltkongenerer. De komponenter (= kongenerer) som omfattes av analysen er gitt i vedlegg 6.

I figur 15a er stasjonene plottet i forhold til akse 1 og 2 som i hovedsak representerer henholdsvis totalkonsentrasjon og komponentsammensetning (jfr. kap om PAH-profil). Akse 1 og 2 forklarer henholdsvis 85 og 12% av datamaterialets totale variabilitet.

Figur 15 viser kun en relativt veldefinert gruppe (gruppe 1) bestående med få unntak av skjell fra rigger ved og sørvest for Nitriden. Disse har alle middels/lav totalkonsentrasjon. Gruppe 1 sammen med referanse-rigg SV og årets skjell fra rigg 5 ble til en viss grad assosiert med den tyngste PCB-kongener (PCB-156) mens prøvene rett utenfor Heggedalstippen og øvrige prøver fra Heggedalsbukta skilte seg fra disse og var mer assosiert med høye verdier av den letteste kongener PCB-52. Dette er tydeligere i figur 15B som viser akse 2 og 3, der skjell fra rigg 24, 25 og 26 (rett utenfor Heggedalstippen) er sterkt assosiert med PCB-52. De øvrige prøvene fra Heggedalsområdet var ikke like sterkt preget av denne kongeneren.

Gjentatt analyse etter normalisering for å rendyrke likhet i PCB-profil (figurer i vedlegg 9) ga i hovedtrekk samme mønster. Gruppe 1 var som før best definert, inneholdt rigger fra Nitriden og sørover, og var klart assosiert med den tyngste kongeneren PCB-156. Gruppe 2 besto av stasjonene fra Heggedalstippen og enkelte andre stasjoner nord for Nitriden og fortsatt med en klar tendens at prøvene nord for Nitriden og i Heggedalsbukta var karakterisert av de lettere kongenerene (PCB-101, -105 og -118).



Figur 15. Biplot fra PCA-analysen av PCB i blåskjell innsamlet i oktober 1994. Stasjon Ref SV er utelatt. Aksene i figuren er PCA-akser 1, 2 og 3 og punktene representerer de enkelte skjellstasjonene. Avstanden mellom punktene er mål for likhet mellom prøver (liten avstand - stor likhet). Linjene fra origo representerer de enkelte PCB-kongener. Nærhet mellom et punkt og en linje langt fra origo viser at denne prøven (punktet) er sterkt påvirket av den aktuelle kongener (linja). Entydige grupper av prøver er markert med stiplet linje (se utdypende forklaring i Vedlegg 9). A: PCA-akse 1 og 2; B: akse 2 og 3.

## Konklusjoner

Totalinnhold av sum-PAH i naturlig populasjon av o-skjell var høyt, tilsvarende klasse 5. Totalinnhold av sum-PAH i de transplanterte skjellene samlet i august var jevnt over lavt, og det var små forskjeller mellom stasjonene. Det samme gjaldt for PCB og de analyserte metaller. Skjellene samlet i oktober var også lite til moderat forurenset av PAH og PCB. Høyeste PAH-verdier ble funnet utenfor de to deponiområdene, og høyest PCB-nivå utenfor Heggedalstippen. Metallnivåene var jevnt over meget lave.

De multivariate analysene viste at blåskjell som sto i Heggedalsbukta og områdene like utenfor, spesielt mot Buesund, fikk en annen kvalitativ belastning både av PAH og PCB enn skjell som var plassert i Bukkevika og sørvestover. Klarest skilte skjellene like ved Heggedalstippen seg ut både i PAH- og PCB-profil. Resultatene viser at vannmassene i sørlige del av Heggedalsbukta tilføres organiske mikroforurensninger fra deponiområdet, enten direkte gjennom utlekking eller fra allerede forurensete bunnsedimenter like utenfor som virvles opp fra tid til annen. Disse forurensningene påvirker videre vannmassene i Buesundet, men transporteres sannsynligvis bare i liten grad nordover fra Heggedalsbukta til Breivikfjorden. Vanntransportert PAH og PCB fra området ved Heggedalstippen synes bare i liten grad å påvirke vannmassene fra Nitriden og sørvestover, selv om hovedstrømmen går i denne retningen. Indikatorundersøkelsene tyder på at vannmassene her primært påvirkes av forurensninger fra kilder i Tromøysundtippen, og dette slår vesentlig ut lokalt i Bukkevika.

## 4.4. Miljøgifter i fisk og krabbe

### 4.4.1. Fisk

Det ble ikke påvist PAH i filet av sandflyndre (*Limanda limanda*) fra Bukkevika og innholdet av metaller var lavt, lavere enn hva som regnes som normalt for diffust belastede områder (Knutzen og Skei, 1990) (tabell 7). Innholdet av PCB var noe høyere enn ved forrige måling i Tromøysund (Næs et al., 1991). Det ble dengang registrert mellom ca. 8 µg PCB /kg friskvekt (Σseven Dutch) mot ca 20 µg PCB /kg friskvekt (Σseven Dutch) ved foreliggende undersøkelse (jfr. vedlegg 6).

Normalt PCB-innhold i skrubbefilet (*Platichlys flesus*) i diffust belastede områder er ca 20 µg total PCB/kg friskvekt (Knutzen og Skei, 1990). Sandflyndre fra Bukkevika kan derfor regnes som moderat forurenset av PCB (Σ seven Dutch x 2) (klasse 2).

Innholdet av PAH i ålefilet (*Anguilla anguilla*) fra Heggedalsbukta var 12 µg PAH /kg våtvekt (tabell 7). Ålefilet er tidligere ikke analysert fra området, men sammenlignet med f.eks. Hvaler er innholdet av PAH i ålen fra Heggedalsbukta lavt. I Hvaler er det registrert PAH-verdier på ca 30 µg PAH / kg våtvekt (Berge, 1991) og dette er et området uten store punktkilder for PAH. Innholdet av metaller i ål fra Heggedalsbukta var også lavt, tilsvarende som for sandflyndre. Det samme var innholdet av PCB (12 µg PCB / kg vått materiale) som var lavere enn i filet av sandflyndre. Normalt vil en kunne forvente et høyere innhold av PCB i ålefilet pga. et større fettinnhold. Til sammenligning kan nevnes registreringer av PCB i ål fra utløpet av Glomma på 490 µg PCB / kg vått materiale (Σ seven Dutch) (Berge, 1991).

Tabell 7. Innholdet av PAH (Σ 37 forbindelser) og PCB (sum av alle analyserte kongenerer i µg/kg frisk vekt), metaller (mg/kg friskvekt). Tørrstoff og fett er gitt i %. i.p. = ikke påvist, i.a. = A og B-prøven er slått sammen til en prøve og resultatene er gitt i A.

Stasjon	Prøve-	Tørrst	Fett	PAH	PCB	Cd	Hg	Cu	Pb	Sn
Bukke- vika	Krabbe A	20	17	36	21	1.66	0.027	34.2	0.028	<0.2
Bukke- vika	Krabbe B	21	5.1	19	8	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
Bukke- vika	Sand- flyndre	20	0.6	i.p.	30	0.0011	0.009	0.34	<0.005	<0.2
Ugland/ Buøy	Krabbe	24	29	26	43	1.9	0.046	31.1	0.066	<0.2
Hegge- dalsb.	Krabbe	26	27	1612	26	1.3	0.037	15.2	0.039	<0.2
Hegge- dalsb.	Ål	29	15	12	12	0.0023	0.027	0.22	<0.01	<0.2

#### 4.4.2. Krabbe

Innholdet av PAH i krabbe (skallinnmat dvs. hepatopaneas, krabbesmør) (*Cancer pagurus*) fra både Bukkevika og utenfor Nitriden kaia (Ugland / Buøy) var lavt, fra 19 til 36 µg PAH / kg friskvekt (tabell 7). Tidligere undersøkelser av PAH i krabbe fra Nitriden / Tromøysund viste også lave verdier, 17 µg PAH / kg friskvekt hvilket ble regnet å være ned mot bakgrunnsnivå (Nes et al., 1991). Sammenlignet med undersøkelsene av Næs et al. (1991) har krabbene fra Heggedalsbukta et svært høyt innhold av PAH (1612 µg PAH / kg friskvekt) dvs. ca. 95x bakgrunnsnivå som tilsvarer klasse 5.

Innholdet av PCB i krabbe var lavt på alle lokaliteter, fra 8 til 43 µg PCB / kg friskvekt (tabell 7). Dette var lavere enn ved tilsvarende undersøkelser i 1989 da det ble registrert et innhold av PCB i krabbe fra 60 til 100 µg PCB / kg friskvekt ( $\Sigma$  seven Dutch) (Nes et al., 1991). Selv disse nivåene ble karakterisert som lave sammenlignet med PCB-nivåer registrert i krabbe fra områder med liten belastning.

Innholdet av metaller i krabbe var også lavt, verdiene lå på samme nivå som ved undersøkelsene i 1989 med unntak av kadmium som var noe høyere ved undersøkelsene i 1989 (4 mg Cd / kg friskvekt) (Næs et al., 1991). Tilsvarende høye innhold av kadmium i krabbesmør har også vært registrert ved andre undersøkelser, f.eks. i Hvalerområdet (Berge, 1991) og i Iddefjorden (Berge og Helland, 1993). Sistnevnte undersøkelser viste at krabbesmør har 10 x høyere kadmiuminnhold i forhold til skallinnmaten og 500 x høyere enn klokjøttet (på tørrvektbasis).

### Konklusjoner

Innholdet av metaller var lavt både i fisk og krabbe fra Nitriden industriområde. Det samme var tilfelle med PAH og PCB med unntak av krabbe fra Heggedalsbukta som var sterkt forurenset av PAH (klasse 5). Normalt forekommer ikke konsum av krabbe fra Heggedalsbukta. Innholdet av PAH i krabbe var imidlertid så høyt at verdien bør verifiseres.

## 4.5. Bunnsedimenter

### 4.5.1. Feltobservasjoner

#### 4.5.1.1. Tråltrekk og grabbprøvetaking

Tråltrekk 1 ga funn av en ødelagt tønne med innhold. Innholdet besto av svart tjæreaktig masse med varierende konsistens fra halvt flytende til faste klumper. Materialet hadde utpreget tjærelukt. Tønnesen kunne bekrefte at materialet var av den typen som var blitt dumpet fra Nitriden. Øvrig innhold i tråltrekk 1 var følgende:

Flatfisk	(3 individer)
Kutlinger	(ca 20 individer)
Rød sjøpølse	(1 individ)
andre sjøpølser	(2-3 individer)
irregulære sjøpinnsvin	(4-5 individer)

Tråltrekk 2 ga ca 1 m<sup>3</sup> leirblandet mudder, samt et par større stein. De eneste dyr som ble påvist var irregulære sjøpinnsvin som forekom i stort antall. Dette indikerer at bunnen var lite forurenset. Prøven inneholdt ikke rester av dumpemateriale.

I følge Tønnesen var sannsynligvis Tråltrekk 2 utenfor det antatte dumpeområdet, og resultatene tyder på at dumpingene har foregått i et relativt avgrenset område med helt klar retning (NØ -SV) i sundet og at det generelt har vært liten spredning av fast dumpet materiale.

Gribbprøvene var relativt like og bestod av 2 - 4 cm olivengrønt bløtt mudder over fastere grå siltig leire. Pøve 1, 3, 5 og 7 inneholdt slaggrester i større og mindre biter. Resultatene viste et homogent og friskt bunnsediment med stort innslag av silt og leire, mer enn 90 % (tabell 1), hvilket indikerer depositions-bunn. Ingen av sedimentprøvene luktet H<sub>2</sub>S.

#### 4.5.1.2. Kjerneprøvetaking utenfor kaiområdet

Prøve "Kai Sør" ble tatt på 10 m dyp på et platå utenfor selve kaikonstuksjonen. Prøve "Kai U" ble tatt i steinfyllinga under selve kaia (figur 2).

Prøvene bestod av svart leirig sand med "softis" lignende konsistens, prøven under kaia var mer gelé-aktig i konsistens.

Prøven utenfor kaia hadde oksisk brun overflate. Det ble imidlertid ikke observert på sedimentet under kaia. Her var det stedvis synlig begroing av blågrønnalgen *Beggiatoa* hvilket tyder på oksygen-svikt.

## 4.5.2. Analyseresultater

### 4.5.2.1. Sedimentprøver fra kaiområdet

#### 4.5.2.1.1 - Sedimentbeskrivelse

Prøvene utenfor kaiområdet (Kai Sør og Kai U.) ved Nitriden var grovkornet, dvs. ca. 80% av prøven bestod av finsand eller grovere (tabell 8). Ved undersøkelsene i 1992 ble det også registrert samme grove sedimenter i dette området (mellom 90 og 95% finsand eller grovere) (Helland, 1993). Selv om sedimentene var grovkornet var innholdet av organisk materiale høyt, særlig i sedimentet tatt utenfor kaia (TOC=8%). Her var C/N-forholdet også høyt (C/N=44), hvilket viser at materialet har terrestrisk opprinnelse sansynligvis sot og kullstøv. Tilsvarende høye tall ble registrert ved undersøkelsene i 1992 utenfor Nitriden. C/N-forholdet i marint plankton har forholdstallet 6 (på atomvektbasis). I marine sedimenter er et C/N-forhold på ca. 10 vanlig, fordi det organiske materialet består av en blanding av marint og terrestrisk. Forholdstallet øker også gjerne med sedimenttypet fordi nitrogenforbindelsene er lettere nedbrytbare enn karbonforbindelsene. I terrestrisk plantemateriale ligger forholdstallet mellom 15 og 20 (Poclington, 1976).

Tabell 8. Analyseresultater av sedimenter (0 - 2 cm fra grabb) og rester av tønne materiale fra Tromøysund samt kjerneprøver (0 - 5 cm) utenfor Nitriden kaia . Parameterene <63µm (andel silt og leire), vann (vanninnhold), total nitrogen (TN) og TOC (total organisk karbon) er gitt i %. Cu (kobber), Pb (bly), Hg (kvikksølv), Sn (tinn), Cd (kadmium), ΣPAH (sum 38 forbindelser av polisykliske aromatiske hydrokarboner) og PCB (polyklorerte bifenyler) er gitt i mg/kg tørt materiale.

Pr. nr	<63µm	Vann	TN	TOC	Cu	Pb	Hg	Sn	Cd	ΣPAH	PCB
1	90.8	67	0.50	3.92							
2										2.41	
3	94.3	68	0.51	4.02						6.31	
5	94.7	70	0.45	3.74						6.63	
6										7.03	
8										9.11	
9	94.2	67	0.45	3.56							
10	92.5	71	0.48	3.71							
Kai Sør	16.3	39	0.22	8.31	240	125	0.12	12.7	0.34	620.9	2.9
Kai U.	24.1	56	0.38	3.94	165	132	0.14	<1.0	0.28	621.8	0.7**
Tønne		53								158.1*	

\* resultatet er gitt i g/kg

\*\* prøven inneholder forbindelser som delvis interfererer med PCB og gir matriks effekter. Resultatet som er oppgitt i tabellen må anses som et omtrentlig nivå, og ikke eksakt verdi.

#### 4.5.2.1.2. Metallinnhold

Begge sedimentprøver var markert forurenset av kobber og bly (klasse 3 jfr. tabell 2 i vedlegg 1). Verdiene ligger noe høyere enn tilsvarende analyser av overflatesedimentene fra 1992. Sedimentene var moderat forurenset av kadmium (klasse 2) og lite forurenset av kvikksølv (klasse 1). Dette er også i samsvar med tidligere undersøkelse.

Pågående undersøkelser på land (utført av Jordforsk) har vist tildels store mengder av bly og særlig kadmium i materiale definert som "ovnslag" fra Tromøysund-tippen (dvs. fyllinga mellom Nitriden og Arendal Smelteverk)

Innholdet av tinn er ikke tidligere undersøkt i Tromøysund. Det foreligger få data på tinn i bunnsedimenter fra norske områder. Normalverdier i marine sedimenter antas å være mellom 1 og 2 mg/kg (Chester, 1990).

Prøven utenfor Nitriden kaia inneholdt 12,7 mg Sn/kg (total tinn). Antas 2 mg Sn /kg sediment som en normalkonsentrasjon (jfr. tabell 2 i vedlegg 1) tilsvarer den målte verdien en 6 ganger overkonsentrasjon. I følge SFTs miljøklassifikasjon er dette markert forurensning (klasse 3).

#### 4.5.2.1.3. Organiske forbindelser

Innholdet av PAH (38 forbindelser) var mer enn 2000 ganger høyere enn antatt bakgrunnsnivå og ligger på samme nivå som høyeste registrering (2500 X bakgrunn) ved undersøkelsene i 1992. Den høyeste verdien ble dengang registrert i NØ enden av kaia (ved dagens undervannsplattform). Dengang reiste spørsmålet seg om denne ekstreme påvirkningen begrenset seg til et lite område utenfor denne delen av kaia. Dette fordi prøver lenger sør viste relativt lavere verdier (200 - 500 X bakgrunn), men selv dette representerer en betydelig forurensning. Foreliggende undersøkelse viser således at den ekstreme forurensningen omfatter større deler av kaiområdet. Dette støtter antagelsen fra undersøkelsene i 1992 at "Steikeritomta" (området innenfor kaia) er hovedkilden til PAH-forurensningen i området. Antagelsen ble gjort med støtte i bunnsedimentene som er grovkornede og som derfor indikerer transport eller erosjonsbunn. Dvs. mikroforurensninger vil ikke transporteres inn og sedimentere i dette området. Det er derfor mest sannsynlig at en så massiv PAH forurensning som er registrert her skyldes sig eller dumping i fra land. Konklusjonene kan sies å være beheftet med liten usikkerhet fordi de er basert på en god prøvedekning (6 punkter langs en rett strekning på ca. 125 m) og selv med en analyseusikkerhet på 20 % vil alle målinger fremdeles representere sterkt forurensede sedimenter (klasse 5).

De disykliske forbindelsene utgjorde ca. 4% av PAH forbindelsene i prøvene. Dette er tilsvarende som ved undersøkelsen i 1992, disse forbindelsene utgjorde dengang ca. 2 %. Hovedvekten ligger på tyngre forbindelser som er typisk for sedimenter påvirket av smelteverkindustri.

Foreliggende PCB-analyser er ikke spesifisert i enkeltkongenerer, dvs. vi vet ikke hvor mange og hvilke forbindelser som ingår i summen. Det er derfor ikke mulig å knytte verdiene direkte opp mot klassifiseringssystemet gitt i tabell 2 i vedlegg 1, som baserer seg på totalinnhold av PCB. Det er heller ikke mulig å sammenligne sammensetningen med tidligere undersøkelser. Antar man at de registrerte verdiene representerer totalinnholdet av PCB ligger verdiene i de to prøvene henholdsvis på ca. 100 og 600 ganger høyere enn bakgrunnsverdiene. Mindre enn 5 µg  $\Sigma$ PCB / kg sediment regnes som normalt i områder uten punktkilder (jfr. tabell 2 i vedlegg 1). I sedimenter har det blitt vanlig å regne  $\Sigma$ PCB som det dobbelte av  $\Sigma$ " The 7 - Dutch" ( $\Sigma$  CB28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 eller  $\Sigma$ PCB7). Det har vist seg at  $\Sigma$ PCB7 i miljøet utgjør fra 40 - 60 % av den kommersielle PCB-blandingen i kilden (De Voogt og Brinkman, 1989).

Ved undersøkelsene i 1992 ble høyeste verdi av  $\Sigma$ PCB registrert i Heggedalsbukta og utenfor Nitriden kaia. Verdiene var henholdsvis 46 og 38 ganger bakgrunn. Disse overkonsentrasjonene fremkom ved å multiplisere  $\Sigma$ " The 7 - Dutch" med 2, dvs. tilsvarende som nevnt over.



#### 4.5.2.2. Grabbprøver fra Tromøysund

##### **4.5.2.2.1. Sedimentbeskrivelse**

Overflatesedimentet i de ulike grabbprøve fra Tromøysund var relativt like. Innholdet av silt og leire varierte mellom 90 og 95 % i de ulike prøvene, hvilket tyder på sedimentasjonsbunn (tabell 8). Innholdet av organisk karbon lå på ca. 4 %, som er noe høyt i forhold til marine kyst og fjord-sedimenter som gjerne har et organiske innhold fra 1 - 3 %. Forholdet mellom karbon og nitrogen lå i underkant av 10, hvilket regnes som normalt for marine sedimenter.

##### **4.5.2.2.2. Metallinnhold**

Det ble ikke analysert for metaller i grabbprøvene fra Tromøysund fordi dette ble vurdert ikke å være et problem ved dumpematerialet.

##### **4.5.2.2.3. Organiske forbindelser**

For detaljer om de ulike PAH-forbindelsene vises til vedlegg 10. Forøvrig vises til tabell 2. Det ble ikke analysert for PCB i grabbprøvene fordi dette ble vurdert ikke å være et problem ved dumpematerialet.

Innholdet av PAH i grabbprøvene lå fra 2 til 9 mg/kg med en økning fra SV til NØ i sundet (tabell 8). Verdiene var markert lavere enn utenfor nærområdet til Nitriden, men likevel høye sammenlignet med naturlige ikke-påvirkede sedimenter og vil betegnes som markert forurenset av PAH (klasse 3).

Prøvene manglet de disykliske forbindelsene. Selv om totalverdiene lå markert lavere enn i prøvene utenfor kaia burde de disykliske vært detektert hvis man sammenligner med deteksjonsnivået for øvrige prøver. Observasjonene var i overenstemmelse med undersøkelsene i 1992. Den største variasjonen mellom stasjonene ble da registrert i de lettere forbindelsene. Det antatt mest eksponerte området utenfor Nitriden kaia hadde mindre forekomst av lettere forbindelser sammenlignet med mer skjermede områder som inne i Heggedalsbukta og Bukkevika (vika mellom Arendal Smelteverk og Nitriden fyllinga). Dette ble antatt å ha sammenheng med at de lettere forbindelsene er mer vannløslige enn de tyngre forbindelsene, og derved lettere frigjøres fra sedimentene under de rådene forhold i Tromøysund (Helland, 1993).

De registrerte verdiene av PAH i sundet er i overenstemmelse med verdiene som ble registrert i 1992 (Helland, 1993) og i 1989/90 (Nes et al., 1991).

Tønnematerialet som ble funnet innholdt 158000 mg PAH / kg tørt materiale. Sammensetningen var dominert av tunge PAH-forbindelser. De disykliske forbindelsene utgjorde ca. 4%, tilsvarende som for sedimentene utenfor Nitriden kaia. Dette samt uttalelsene fra tidligere ansatt ved Nitriden, Tønnesen fra Eydehavn indikerer at det påståtte dumpeområdet i Tromøysund er funnet.

Trålen som ble benyttet roter opp kun det øvre sedimentlaget. Tønna lå antagligvis halveis nedsunken i sedimentet. Restene som ble funnet kan tyde på at det meste av tønnene er opprustet og mer eller mindre overdekket av sedimenter. Dvs. dumpeområdet har sedimentasjonsbunn, dette reflekteres i overvekten av finpartikulært materiale i prøvene. Dette betyr at det dumpede materiale slik det ligger i dag representerer liten fare for spredning til øvrige deler av sundet. Grabbprøvene viste at dumpeområdet i dag ikke er mer påvirket enn området sentralt i sundet SV for Nitriden. Selve Nitriden industriområde er derfor en langt større påvirkningsfaktor for PAH-forurensningen i Tromøysund enn dumping av tønner i sundet.

## Konklusjoner

Sedimentene utenfor kaiområdet ved Nitriden var grovkornede og hadde stedvis en høy andel av karbon med terrestrisk opprinnelse, sannsynligvis sot og kullstøv. Sedimentene under kaia viste tegn til oksygensvikt. Innholdet av metaller var fra markert (kobber og bly) til moderat (kadmium) til lite forhøyet (kvikksølv). Dette var i overensstemmelse med tidligere undersøkelser i 1992 (fase 2). Dette gjalt også PAH hvor det ble registrert ekstremer overkonsentrasjoner på 2000 x bakgrunn (sterkt forurenset, klasse 5). Det sterkt forurensete området utenfor hovedkaia viste seg således å ha en større utbredelse enn det som ble påvist i 1992. Innholdet av PCB var høyere ved foreliggende undersøkelse (opptil 600 x bakgrunn, sterkt forurenset) enn i 1992. Verdien er imidlertid ikke direkte sammenlignbare fordi verdiene av enkeltkongenerene ikke er kjent ved foreliggende undersøkelse.

Undersøkelsene lokaliserte dumpeområdet i Tromøysund til NØ for Buøyskjæra på 50 m dyp. Rester av tønne materiale ble funnet. Innholdet av PAH i materialet var på 160 g / kg. Grabbprøver fra dumpeområdet viste samme konsentrasjon av PAH som tidligere undersøkelser i sundet, fra 8 til 30 ganger bakgrunnsnivå, dvs. fra markert til sterkt forurenset. Sedimentene var finkornet og indikerer sedimentasjonsbunn. Restene som ble funnet av tønna tyder på at det mest var opprustet og dekket med sediment. Slik avfallet ligger i dag vurderes det å representere liten fare for spredning av forurensning. Totalt sett har sannsynligvis dumping av tønner i sundet gitt et lite bidrag til PAH-forurensningen sammenlignet med selve Nitriden industriområde.

## 4.6. Konsekvensvurdering av dagens bruk av Heggedalsbukta

### 4.6.1. Tilstandsbeskrivelse av dagens naturmiljø

Heggedalsbukta ved Nitriden er en innelukket poll omkranset av fjell. Overflatearealet av bukta er ca 93 000 m<sup>2</sup>, og største dyp er 11 m. Middeldypet er ca 7 m (jfr. figur 4). Bukta åpner østover mot Tromøysundet og nordover mot Breivikfjorden gjennom to trange sund begge med ca 2 m terskeldyp. I indre del av bukta skrånar fjellet forholdsvis bratt ned mot sjøen. Et gammel deponi for tjæreholdig avfall ligger delvis ut i sjøen på sørsiden av bukta (Tippen).

Heggedalsbukta er preget av dårlig vannutskiftning og er et utpreget sedimentasjonsområde (Helland 1993). Bunnsedimentene består av mørkt finpartikulært mudder og er svakt anoksiske (Næs et al. 1991, Helland 1993). Det er ikke tatt prøver av bløtbunnsfaunaen i Heggedalsbukta, men sedimentenes tilstand og prøver fra indre del av Breivikfjorden kan tyde på at bløtbunnsfaunaen er fattig med kun få arter. Ved dykkebefaring langs Tippen i mai 1994 (se vedlegg 2) ble sedimentet ned til ca 5 m dyp beskrevet som løst dynn-aktig og dekket av et tett lag av trådformede alger. Dykkerne registrerte ingen større bunndyr i området.

Sedimentene innerst i Heggedalsbukta er *sterkt/meget sterkt påvirket* (Forurensningsgrad 4-5 i SFTs klassifisering) av PAH og PCB fra tidligere deponeringer ved Tippen. Verdiene avtar med økende avstand til deponiet. Deponeringen av tjæreholdig materiale til Heggedalstippen stoppet i 1975 (Helland 1993). På grunn av senere sedimentering av naturlig materiale finnes de høyeste konsentrasjonene et stykke nede i sedimentene. På sedimentoverflaten tilsvarer konsentrasjonen likevel fortsatt forurensningsgrad 4. En geléaktig hvit-grønn masse forekommer flekkvis langs i bunnsedimentene langs Tippen, sannsynligvis fra alundumping på Tippen (Ola Nordal, pers. medd.). Massen har et høyt innhold av magnesium, kalsium, natrium, aluminium, jern og titan (se vedlegg 11). PCB-innholdet i selve gelé-massen er lav (Helland 1993).

Blåskjell transplantert til rigger langs kanten av Tippen (se kap. 4.3) i Heggedalsbukta akkumulerte omtrent dobbelt så høy vevskonsentrasjon av PAH og PCB som i rigger plassert på sørøst-siden av bukta, i Buesund og i sundet ved Pinseholmen. Skjellene ved Tippen hadde tilstand II (mindre god) for PAH, men fortsatt tilstand I (god) for PCB etter SFTs klassifisering. I forhold til den dårlige sedimenttilstanden tyder dette på at påvirkningen fra sedimentene (oppvirvling) er moderat. PAH- og PCB-sammensetningen i skjellene indikerer at de var påvirket av en og samme kilde, høyst sannsynlig Tippen eller sedimentene i grunnområdet og at samme kilde også påvirket de øvrige skjellene i bukta og Buesundet, men i mindre grad skjellene i sundet nord i bukta.

Ål fanget i Heggedalsbukta viste lavt miljøgiftinnhold, mens krabber hadde svært høyt innhold av PAH, innholdet av andre miljøgifter var lavt i begge (se pkt. 4.4.).

Strømmålingene indikerer at en eventuell spredning av miljøgifter fra Heggedalsbukta primært vil skje gjennom Buesund som fører ca 65 % av vanntransporten inn og ut av bukta.. Derfra blir vannet ført i SV retning (innover i Tromøysund) (se. 4.1). Dette samsvarer med mønsteret i PAH-profil fra blåskjellundersøkelsen.

#### 4.6.2. Evaluering av effekter som følge av eksisterende og planlagt bruk av området.

##### 4.6.2.1. Utbygging av området.

Et nytt boligområde med ca. 20 boliger er i ferd med å bli etablert i Heggedalen, innerst i Heggedalsbukta. Ti av boligene vil bli plassert på fjellkammen mellom indre del av bukta og avfallsplassen (Tippen) på den sørlige siden av bukta. Et smalt friområde langs sjøkanten skiller boligtomtene fra sjøen. To av boligene vil grense mot Tippen, men det foreligger ingen planer om utbygging på selve fyllplassen. Fem av boligene er oppført pr. 30.1.95. Selve utbyggingen vil ikke medføre fare for økt mobilisering av miljøgifter, så lenge avfallsplassen ligger urørt og det ikke dumpes masse i bukta. Utbyggingen kan i neste omgang medføre økt småbåttrafikk i bukta (se 4.5.2.2).

I reguleringsplanen til kommunen går det frem at det er planlagt en marina på Langenes, på utsiden av Buesund. Tidligere sedimentundersøkelser og årets blåskjellforsøk gir ingen indikasjoner på at Langenes har noen aktive forurensningskilder, eller kilder som potensielt kan mobiliseres som følge av økt småbåt-trafikk.

##### 4.6.2.2. Småbåttrafikk

Småbåttrafikken i Heggedalsbukta ansees for å være moderat. Større propell-drevne båter kommer ikke gjennom Buesund eller sundet ved Pinseholmen, men mindre båter bruker trolig Heggedalsbukta som en gjennomfartsvei mellom Breiviksfjorden og Tromøysund. Gjennomfartstrafikken følger de dypere deler av bukta i god avstand fra de grunne sedimentene ved Tippen, og det er derfor ikke sannsynlig at den forårsaker oppvirvling av mudder og mobilisering av miljøgifter.

I sørvest-delen av bukta mot Heggedalen er et titalls spredte båtplasser etablert. En må forvente at båtfart til og fra dette området kan gå over den sørlige, grunne delen av bukta ved Tippen og forårsake oppvirvling av sedimentene. Spesielt vil bruk av dregg, moring eller andre aktiviteter som medfører roting i muddret bidra til oppvirvling og spredning av miljøgiftene. De forhøyede verdiene av PAH og PCB i blåskjell fra dette området kan like godt skyldes slik oppvirvling som utlekking fra selve Tippen. Effekten av propellturbulens i området vil imidlertid bli dempet av algedekket som ligger på det grunne sedimentet i sommerhalvåret (når båttrafikken normalt er hyppigst).

Bebyggelsen reduserer trolig i dag bruken av området som oppankringsplass for tilfeldige båtturister, men det nyetablerte boligområdet i Heggedalen kan i seg selv medføre noe større belastning på området i form av større regulær småbåttrafikk i indre del. Dette kan øke hyppigheten og intensiteten i oppvirvling av forurensede sedimentene.

Det foreligger ingen planer om utbygging av småbåthavn i Heggedalsbukta.

##### 4.6.2.3. Fiske

Fiskeaktiviteten i Heggedalsbukta er lav, men det fiskes etter ål for videre salg i sommersesongen (Arvid Einarsen pers. medd.). Tilsammen settes de ut 6-8 ruser om gangen i Heggedalsbukta. Ut fra at bukta har en del båttrafikk, må man også forvente at sportsfiske forekommer sporadisk, men det foreligger ikke nærmere opplysninger om dette.

Analysene gjort på ål fra Heggedalsbukta viste som nevnt at innholdet både av PAH, PCB og metaller var relativt lavt sett i forhold til andre belastede norske fjorder (Kap 4.4.). Det er derfor ingen grunn ut fra disse resultatene til å sette begrensninger i det sporadiske ålefisket som forekommer i bukta.

Analysene av krabbe fra bukta viste svært høyt innhold av PAH, mens innholdet av PCB og metaller ikke skilte seg vesentlig fra innholdet i krabber fanget i Tromøysundet utenfor Buesund, og var klart lavere enn i krabber fra Bukkevika. Verken SFTs egnethetskriterier for fiske eller miljøkvalitets-kriteriene inneholder grenseverdier for PAH i krabbe så evt risiko ved konsum av krabbe fra Heggedalsbukta må vurderes særskilt. Etter det vi har opplysning om forekommer imidlertid normalt ikke krabbefiske i bukta, og bunnforholdene er også slik at en krabbefisker neppe vil sette sine teiner i nærhetene av selve tippen. PAH-belastningen basere seg også på en enkelt analyseverdi (riktig nok på en blandprøve) som det er vanskeilig å bedømme representativiteten av. Det er kanskje derfor neppe behov for å gå videre på en vurdering om evt. konsumbegrensninger på krabbe fra Heggedalsbukta, før man har klarhet i om noe fiske av særlig omfang forekommer.

#### 4.6.2.4. Bading

Det er trolig liten badeaktivitet i området, spesielt ved Tippen der bunnforholdene er lite egnet. På østsiden av bukta langs Buøya er enkelte badeplasser med strender etablert, men ut fra strømsystemet i bukta og belastningen av miljøgifter i blåskjellene er det liten grunn til å tro at disse er påvirket av miljøgifter mobilisert fra eller ved Tippen. Det virker forøvrig som det er de etablerte badestrendene på Tromøysundsiden av Buøya som brukes mest.

## **Eventuelle tiltak og tilrådninger**

Det er ikke grunnlag i dag for å fastslå om båttrafikken i sørvestlige del av Heggedalsbukta virkelig mobiliserer sedimentbundne miljøgifter rett utenfor Tippen, men muligheten er til stede. Fremfor å forsøke å begrense den eksisterende eller forventede båttrafikken (etter boligutbyggingen), som i alle tilfeller vil være beskjeden, bør man vurdere å merke eller avgrense de grunnere områdene (0-2 m dyp) rett utenfor Tippen slik at båtene ikke ferdes akkurat her på veg til og fra båtplassene.

Det er ingen grunn til å innføre restriksjoner på den badeaktivitet som foregår på vestsiden av Buøya, eller på det eksisterende ålefisket. Dersom det mot formodning foregår krabbefiske i bukta, eller det er planer om slikt fiske, bør man få bekreftet om den høye verdien av PAH i krabbesmør er et engangstilfelle eller et allment trekk.

## **4.7. Konsekvensvurdering av planlagt kaiutbygging og ankringsplass i Tromøysund fra Langnes og sørover mot Nitriden kaia.**

### **4.7.1. Tilstandsbeskrivelse av dagens naturmiljø.**

Sjøbunnen på den omsøkte ankringsplassen i Tromøysund, på strekningen Langnes og sørover mot Nitriden kaia er småkupert og relativt bratt hellende, fra 0 m til 35 m over en strekning på ca. 100 m. Største dyp i sundet på denne strekningen er ca. 40 m. Ved dykkerbefaringer i området er det tidligere registrert avsetning av bunnsedimenter i fordypningene i selve skråningen ned mot dyppartiet i sundet, mens høydene er mer eller mindre blottlagt.

Det foreligger ikke data for sedimentkvaliteten i selve ankringsområdet, men det finnes data fra prøver tatt i Buesundet og midt i Tromøysund rett utenfor ankringslokaliteten, dvs. umiddelbart nord og øst for ankringsområdet samt rett sør for den planlagte nye kaifronten.

Sedimentkvaliteten var svært forskjellig på de tre nevnte plassene. Sedimentene ytterst i Buesundet bestod av anoksisk svart mudder (100% < 63µm) med et høyt innhold av organisk karbon (13.5 %). Sedimentene sentralt i sundet derimot var oksiske og hadde en stor andel fin sand (30 % < 63µm). Innholdet av organisk karbon var også normalt (1.5 %). Området sør for den planlagte kaifronten hadde også et høyt innhold av sand (7% < 63 µm) som var mer grovkornet sammenlignet med sentralt i sundet. Sedimentene her var svarte, sannsynligvis av kullstøv med et relativt høyt innhold av organisk karbon (7 %) (Helland, 1993). Sedimentene på de ulike lokalitetene representerte ulike vandyp, henholdsvis 18, 40 og 15 m.

Innholdet av miljøgifter i sedimentene i de tre områdene varierte som vist i tabell 9

Tabell 9. Innholdet av miljøgifter i sedimenter (0-2 cm) 1993 i nærområdet til det planlagte ankringsområdet i Tromøysund (etter Helland, 1993). Alle verdier oppgitt i mg/kg tørt sediment, med unntak av PCB som er gitt i µg/kg.

Lokalitet	PAH	PCB <sup>1)</sup>	Hg	Cd	Pb	Cu
Buesund	70*****	<13***	0.45**	2.7***	99**	162***
Tromøysund	12****	<7**	0.13*	0.1*	24*	14*
S for planlagt kaifront	95*****	<7**	0.04*	0.1*	23*	15*

<sup>1)</sup>Σ 7-Dutch, multipilisert med 2 fås total PCB

\* angir forurensningsgrad, en \* for hver klasse, etter SFTs miljøkvalitetskriterier

Som tabellen viser er sedimentene i alle tre områdene sterkt til meget sterkt forurenset av PAH (klasse IV og V). Sedimentene i Buesund er også markert forurenset (klasse III) av kadmium og kobber. For PCB var det endel av enkelt-kongenerene som lå under deteksjonsnivå. PCB-verdiene i tabell xx er derfor oppgitt som øvre grense for hva som kan være tilstede. Forurensningsgrad er satt i forhold til denne grensen. Det ble tatt prøver av sedimentene utenfor eksisterende kai ved foreliggende undersøkelse (jfr. kap. xx). Et antatt totalinnhold av PCB lå 100 - 600 ganger over normalnivå, dvs. meget sterkt forurenset (klasse V). Det er sannsynlig ut i fra sedimentkvalitetene i de tre områdene at sedimentene i utbyggingsområdet også er sterkt til meget sterkt forurenset av PAH. Sedimenter klassifisert som markert forurenset (klasse III) skal eller bør helst ikke forstyrres. Dette i følge SFTs forskrifter for mudring og dumping i det marine miljø.

Den store forskjellen i sedimentkvaliteten på de tre lokalitetene kan bl.a. forklares av varierende topografi og strømforhold. Hovedstrømretningen i Tromøysund er fra NØ til SV. Sammen med strømmen ut av Heggedalsbukta gjennom Buesundet (jfr. kap. 4) gir dette sannsynligvis en bakevje-effekt i munningen av Buesund som gir mulighet for sedimentasjon av finpartikulært material. Utbredelsen av mudderbunnen i Buesund er ikke kjent. Målinger av strømhastighet i overflatevann (0.5 m dyp) i Tromøysund ved Sauholmen (15.6.94) viste hastigheter fra 4 til ca. 16 cm/s. Strømningsforholdene langs bunn er imidlertid ikke målt i området. De grovkornede sedimentene, særlig utenfor eksisterende kai, men også sentralt i sundet indikerer strømrrike forhold. Sedimentene utenfor eksisterende kai hadde en finfraksjon på 7 %. En så liten andel av finmateriale skyldes antageligvis propellerrosjon. Antas samme sedimentkvalitet utenfor planlagt kai som utenfor eksisterende kai evt. sentalt i sundet vil det meste av oppvirvlede partikler sannsynligvis falle til bunns og sedimentere igjen. Eksempelvis vil en strømhastighet på 4 m/s holde partikler på 300 µm i suspensjon i følge Hjulstrøms diagram. Miljøgifter er imidlertid oftest assosiert med finfraksjonen i sedimentene, slik at denne vil fraktes bort og spres med strømmen i sundet.

Blåskjell i nærområdet til Nitriden har generelt et høyere innhold av PAH og PCB enn skjell sanket i lenger avstand fra industritomta, verdiene er likevel gjennomgående lave.

Analysen av transplanterte blåskjell i kaiområdet (jfr. kap. 4.3.) viste lave til moderate overkonsentrasjoner av samtlige parametere som angitt i tabell xx. Naturlig populasjon av o-skjell sanket sør for planlagt kai, dvs. utenfor eksisterende kai hadde imidlertid langt høyere konsentrasjon av PAH enn transplanterte blåskjell. Dette antas å ha sammenheng med at o-skjellene vokser nærmere sjøbunnen og derved er mer eksponert for forurensning fra denne enn blåskjell som var plassert i øvre 1 m og derfor er mer eksponert for avrenning fra land. Det høye innholdet av PAH i o-skjell utenfor eksisterende kai kan ikke utelukkes å ha sammenheng med oppvirvling av bunnsedimentene som følge av propellbruk. Transplanterte blåskjell i fronten av eksisterende kai viste imidlertid ingen indikasjoner på akkumulasjon av miljøgifter som følge av oppvirvling. Dette indikerer at oppvirvlede partikler har en begrensning oppover i vannmassene. Dette er tidligere vist ved undersøkelser i Oslo Havn. Oppvirvling av bunnsedimentene var der størst i områder grunnere enn 10 m og oppvirvlingen passerte ikke sprangsjiktet, dvs. oppvirvlede partikler nådde ikke overflaten (Magnusson, 1995). Forsøk med blåskjell som ble utsatt for slik oppvirvling har vist betydelig akkumulasjon av PAH og PCB, men derimot ikke av kvikksølv selv med høye kvikksølvkonsentrasjoner i sedimentene (Skei et al., 1994).

Propellersosjon av bunnsedimenter vil foruten å være avhengig av kohesjonen i sedimentene, også være avhengig av størrelsen på båten og vanddyp. Disse forholdene kan modelleres vha. et EDB-program utviklet ved Texas AMN-University (1976). Generelt kan man regne at sedimenter grunnere enn 20 m kan eroderes som følge av propellbruk.

#### **4.7.2. Konfliktkarakterisering**

En ny kai er planlagt bygget fra eksisterende kai utenfor Nitriden og videre NØ-over langs land til Langnes ved innløpet til Buesund. Kaikanten er foreslått satt på 10 m vanddyp. Detaljer om kaiutførelsen er ikke kjent. Utenfor ny kaifront er det planlagt et 70 m bredt ankringsområde. Det er ikke kjent hvordan oppankringen er tenkt, om det f.eks. skal etableres faste ankringspunkter eller ikke.

I forbindelse med anlegg og drift av kai og ankringsområde kan det oppstå konflikter med naturmiljøet i Tromøysund. Under anleggsfasen av ny kai og evt. faste ankringsinstallasjoner vil det foregå oppvirvling av forurensede bunnsedimenter med mulighet for spredning av forurensning til øvrige deler av sundet. Økt trafikk særlig av store båter vil som følge av propellbruk også føre til oppvirvling av eksisterende bunn. Både anleggs- og driftsfasen gir således opphav til samme type konflikt, dvs. oppvirvling og spredning av miljøgifter fra forurensede bunnsedimenter. I det følgende blir derfor evaluering av effekter av anleggsfasen med bygging av kai, oppankring av båter og propelloppvirvling diskutert under ett.

#### **4.7.3. Evaluering av effekter som følge av planlagt bruk av området.**

Anleggsfasen av kai og evt. faste ankringsinstallasjoner vil føre til oppvirvling av bunnsedimentene. Slike episoder vil imidlertid være av relativt kort varighet. Undersøkelser av propelloppvirvling av bunnsedimenter i Oslo Havn viste at tilnærmet alt som ble virvlet opp av partikler, sedimenterte i løpet av 2 timer. Sedimentasjonshastigheten vil være avhengig av flere faktorer, bl.a. partikkelstørrelse, form, tetthet og turbulens i vannet. Sedimentene i Oslo Havn består for det meste av mudder. Strømhastigheten der er imidlertid lav sammenlignet med Tromøysund. Antar man samme strømhastighet langs bunn som i overflaten i Tromøysund, dvs. 4 cm/s, hvilket sannsynligvis er noe høyt, og 2 timer sedimentasjonshastighet vil oppvirvlede partikler transporteres ca. 300 m før sedimentasjon. Influensområdet ved en oppvirvling vil således være begrenset til området rundt Nitriden. Miljøgifter som spres

ved partikkelflukt vil derfor raskt fortynnes og vil lite trolig føre til akutte skader på nærmiljøet. Toksisitetstester som gir informasjon om akutte skader på organismer er vanligvis basert på 48 timers eksponering. Episoder med oppvirvling vil være korte i forhold.

Mulighet for akkumulasjon av miljøgifter i organismer vil sannsynligvis være begrenset til de dypere vannlag. Dette har støtte i målingene av miljøgifter i o-skjell og blåskjell i foreliggende undersøkelse samt målinger i Oslo Havn som nevnt over. Foreliggende undersøkelse har også vist lave konsentrasjoner av miljøgifter i fisk og krabbe fra Tromøysund (jfr. kap. 4.4.). Fisk og krabbe ernærer seg ikke ved å filtrere vann som blåskjell og o-skjell og vil derfor ikke være eksponert i samme grad som skjellene. Fisk vil også kunne unngå evt. skyer av oppvirvlede sedimenter. Omfanget av oppvirvling kan reduseres f.eks. ved at tilgrensende sjøbunn tildekkes under arbeidet.

Oppvirvling av bunnsedimentene som følge av propellbruk vil også være av begrenset varighet, i det gjentatte oppvirvlinger stadig vil føre til at det mest av finpartikulært materiale transporteres vekk og det mer grovkornede blir liggende igjen. Partikkelfordelingen blir sannsynligvis etterhvert lik den vi har i dag utenfor eksisterende kai. Hvor lang tid det vil ta før disse forholdene er etablert er det umulig å si noe om, det vil være avhengig av flere faktorer som antall anløp, propelleffekt, vandyp, sedimentkvalitet osv.

Det ansees som en fordel å etablere en heldekkende kaifront som avskjærer eksisterende forurenset sjøbunn fra det øvrige miljøet. Ved å legge kaifronten på dybder som står i forhold til størrelsen på båtene som skal legges til, vil man kunne begrense propellersosjonen. Propelloppvirvling i ankringsområdet som ligger dypere enn 20 m ansees ikke å være noe problem. Det ansees også som en fordel å etablere faste ankringsinstallasjoner, slik at oppvirvling av bunnsedimentene begrenses til anleggsfasen.



## 5. REFERANSER

- Bailey, S.K. og Davies, I.M., 1991. Continuing impact of TBT, previously used in maiculture, on dogwhelk (*Nucella lapillus* L.) populations in a Scottish sea loch. *Mar. Environ. Res.* 32:189 - 199.
- Berge, J.A., 1991. Miljøgifter i Hvaler / Kosterområdet. SFT-rap.446/91, TA.nr.744/91. NIVA-rap. O-895501, 900346, L.nr. 2560, 192s.
- Berge, J.A. og Helland, A., 1993. Overvåkingsundersøkelser i Iddefjorden 1991/92. Miljøgifter i sediment, ål, torsk og taskekrabbe. Overvåkingsrap. nr. 531/93. TA nr. 975/1993. NIVA-rap. O-92085, L.nr. 2953, 56 s.
- Brunstad, H. og Lind, O., 1990. Kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn i Aust-Agder fylke, NGU-rap. nr. 90.123, 156.
- Bruskeland, O. og Grepstad, G.K., 1992. Nitriden. Eydehavn. Område 7: Bakgrunns-målinger i regionen. Avklarende miljøgeologiske undersøkelser. 17 s.
- Chester, R., 1990. *Marine Geochemistry*. Dep. Earth Sci. Univ. Liverpool, London, .
- De Voogt, P. and Brinkman, U.A.Th., 1989. Production, properties and usage of polychlorinated bephenyls. In: R. Kimbrough and S. Jensen (eds.) *Halogenated bephenyls, terphenyls, naphthalenes, dibenzodioxines and related products*. Elsevier Science Publishers B.V. 1989 (Biomedical Division)
- Green, W. N., Knutzen, J. og Berglind, L., 1994. Undersøkelse av miljøgifter i organismer fra Ranfjorden 1992. Overvåkingsrap. nr. 550/94. TA-nr. 1049/1994. NIVA-rap. O-800310, L.nr. 3025. 47 s.
- Green, W.N., Knutzen, J., Helland, A. og Brevik, E.M., 1995. Overvåking av miljøgifter i marine sedimenter og organismer 1981 - 92. "Joint Monitoring Program (JMP)". SFT-rap. 593/95, TA 1172/1995. NIVA-rap. O-80106, L.nr. 3184, 195 s.
- Grepstad, G.K. og Bruskeland, O., 1993. Nitriden - Eydehavn. Område 2: Nitriden-tomta. Avklarende miljøgeologiske undersøkelser. NOTEBY-rap. nr. 43452/1. 38s.
- Helland, A., 1993. Nitriden-industriområde i Arendal. Prosjektområde 6: Sedimenter i Tromøysund og Heggedalsbukta. NIVA-rap. O-92219, L.nr. 2846, 73 s.
- Helland, A. og Bakke, T., 1995. Nitriden - Utvidede undersøkelser av den marine resipient. Tidligere Tønnedeponi i Tromøysund. NIVA-rap. O-94115 under utarbeidelse.
- Helland, A., Bakke, T., Jakobsen, T. og Magnusson, J., 1995. Nitriden. Utvidete undersøkelser av den marine resipient. Heggedalsbukta, Buesund og Tromøysund. NIVA-rap. O-94115, 110 s. (til høring).
- Knutzen J. og Skei, J., 1990. Kvalitetskriterier for miljøgifter i vann, sedimenter og organismer samt foreløpige forslag til klassifikasjon av miljøkvalitet. NIVA-rap. O-862602, L.nr. 2540, 139 s.

- Næs K., Oug, E., Knutzen, J. og Moy, F., 1991. Resipientundersøkelser av Tromøysund. Bunn-sedimenter, organismer på bløt og hardbunn, miljøgifter i organismer. NIVA-rap. O-89170, L.nr. 2645, 104 s.
- Pedersen, O.C. og Engebretsen, O., 1992. Undervannssøke på lokaliteter med spesialavfall i Tromøysund ved "Nitriden" - Arendal. GEOMAP-rap. nr. 92432/1.
- Pocklington, R., 1976. Terrigenous Organic Matter in Surface Sediments from the Gulf of St. Lawrence. J. Fish. Res. Bd. Can., 33: 93 - 97.
- Rygg, B. og Thélin, I., 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-veiledning Nr. 93:02, TA-921/1993, 20 s.
- Rødsand, T., Vik, G., Jonassen, H. og Hauge, A., 1992. Nitriden - Eydehavn, miljøgeologiske undersøkelser. Undersøkelser av områdene Elektrodefabrikken, Tippen og gruvne på Pinnen og Buøya. NGI-rap. nr. 924065-1. 55s.
- Safe, S., Safe, L. and Mullin, M., 1987. Polychlorinated biphenyls: Environmental occurrence and analysis. S. 1-13 i S. Safe (red.): Polychlorinated biphenyls (PCBs): Mammalian and environmental toxicology. Springer-Verlag, Berlin.
- Sæland, S., 1992. Nitriden. Oppfølging av kartlagte lokaliteter med spesialavfall. Forprosjekt. Jordforsk rap. nr. 7.0903-01/1. 33s.
- Sæland, S., 1992. Nitriden. Oppfølging av kartlagte lokaliteter med spesialavfall. Forprosjekt. Jordforsk rap. nr. 7.0903-01/1. 33s.
- Sæland, S., 1993. Nitriden, Eydehavn. Forurensning fra deponier og industrigrunn i tilknytning til tidligere aluminiumsverk og anodeproduksjon. Avklarende undersøkelser (fase 2). Oppsummering og evaluering av utførte undersøkelser. Anbefalinger. Jordforsk rap. nr. 7.0903-01/2, 32 s.
- Texas AMN University, 1976. Sediment movement induced by ships in restricted waterways. Report TAMU - SG - 76 - 209.
- Waldock, M.J. og Thain, J.E., 1983. Shell thickening in *Crassostrea gigas*: Organotin antifouling or sediment induced?. Mar Pollut. Bul., 14: 411 - 415.

**VEDLEGG 1**  
**Metodebeskrivelse**

## Feltarbeid

### Strømmålinger

Strømmålere ble utplassert på tre steder i overflatelaget. En Aanderaa-måler ble plassert på 5 meters dyp SV Sauholmen i Tromøysundet og en under overflaten (ca. 0.5 meters dyp) i sundet mellom Buøya og Pinseholmen. En strømmåler (Sensordata) ble hengt fra bruene over Bleksund. Vannstandsmåler (Aanderaa) ble plassert NV i Heggedalsbukta. Plasseringene fremgår av figur 1.

Det ble foretatt en enkel opploddning av bunn i Heggedalsbukta, observert sjiktning, samt foretatt utsetting av strømkors og driftmerker for observasjon av overflatestrømmen.

Strømmålerne ved Pinseholmen og Sauholmene samt vannstandsmåleren ble satt ut den 14.6.94. Driftmerkesobservasjoner og sjiktning ble observert den 15.6.94. Strømmåleren i Bleksund ble satt ut den 22.6.1994. Strømmålerne og vannstandsmåleren ble tatt opp den 28.7.1994.

Strømmåleren ved Pinseholmen fungerte i perioden 14.6-29.6. Deretter ble rotoren stoppet av tang el. lign. Strømmåleren i Bleksund fungerte i hele perioden, men observasjonene begrenser seg til tidsrommet 22.6 - 3.7.94 som følge av instrumentets lagringskapasitet (valg av instrument med mindre lagringskapasitet (Sensordata) var nødvendig fordi det ikke var nok plass i sundet til en større strømmåler-rigg (Aanderaa)). Sammenhengende, samtidige observasjoner fra strømmålerne og vannstandsmåleren finnes således fra den 22.6 til den 29.6.94 (vedlegg 1).

### Dykkerbefaring

Dykkebefaringen ble gjennomført i perioden 2-5 mai 1994 fra lettboat (vedlegg 2). Normalprosedyre var en dykker i vannet med kommunikasjon til overflatepersonell og til båndopptaker i båt. Observasjonene ble samtidig journalført. Reservedykker var stasjonert i båten. Stedfesting av observasjonene ble gjort ved løpende nummerkode på bånd som samtidig ble avmerket på sjøkart. Undervanns videoopptak ble gjennomført på dykket langs Tromøysundtippen i Bukkevika. Dykk for prøvetaking av sedimenter ved Nitriden-kaia og for observasjoner av forholdene i Heggedalsbukta ble gjort som parykk. Dykketransektene og stedskodene er angitt i figur 2.

### Indikatororganismer

Arbeidet med utsetting av indikatororganismer / blåskjell (*Mytilus edulis*) startet 3.mai 94. Skjell i størrelse 4-7 cm ble samlet fra en lokalitet NV i Tromøysund (ref.NØ) (figur 3). Grupper á 50 skjell ble skrapet rene på utsiden og overført til en blåskjell-strømpe. Antallet 50 individer pr strømpe er valgt på basis av anbefaling fra ICES og tilsvarer antallet brukt i JMG-programmet (Green, et al., 1995). Tre eller fire strømper ble hengt på en rigg med oppdrift, denne ble holdt i posisjon vha. en moring. I alt ble 30 rigger utplassert fra Gallevikodden i SV til Hastensund, NØ i Tromøysund (figur 3).

Første innsamling av skjell ble utført 24. august 1994 fra 26 rigger (vedlegg 3). Det ble tatt en strømpe fra hver rigg. Fire rigger var forsvunnet i perioden (st. 1, 4, 28, 29).

På grunn av bygging av sliskebane ved hovedkaia ved Nitriden (sept. 94), ut mot Tromøysund ble tre rigger tatt opp den 8 september 94, disse var (st. 15, 16, 17) samt en strømpe fra ytterligere tre rigger (st. 18, 19, 20) .

Siste innsamling av skjell ble utført 4 - 5 oktober 94 (vedlegg 4). Alle rigger med moringer ble tatt opp samtidig. Rigger på stasjon 4 ble registrert mistet ved første innsamling, denne ble gjenfunnet ved siste innsamling. Som kompensasjon for rigger på stasjon 1 ble naturlig populasjon samlet fra Gallevikodden (referansestasjon, Ref.SV). Det ble også samlet skjell fra lokaliteten for hovedinnsamlingen av skjell (referanse NV). Denne fungerer også som kompensasjon for tap av rigger lengst NV i Tromøysund (st. 29).

### **Fisk og krabbe**

Innsamling av fisk og krabbe ble utført i første halvdel av november 1994 av lokal fisker Arvid Moland. Pga. tidspress ble krabbe og fisk dvs. sandflyndre og ål av alle størrelser benyttet. Antall og størrelsesfordeling er gitt i vedlegg 5.

Fisken ble ikke bløgget før nedfrysing for videre transport til NIVAs laboratorium.

### **Bunnsedimenter**

Prøvetaking av bunnsedimenter ble gjennomført 15 juni 1994 fra M/S "Søvikgutt". Tidligere ansatt ved Nitriden, Tønnesen fra Eidehavn, var med for å peke ut den mest sannsynlige posisjon for hvor dumpingene hadde foregått.

Innsamlingen foregikk ved en 2.5 m bred Agazzis bunntåle med normal-maskevidde ca 15 mm for om mulig påvise tønnerester. Og ved en 0.1 m<sup>2</sup> Petersen-grabb for prøvetaking av bunnsedimentene. Agazzis-tålen er en bomtåle konstruert for innsamling av større dyr som lever på sedimentoverflaten. Tålen vil anslagsvis rote opp de 10 øvre cm av bunnen når sedimentene består av silt - leire. Det var også planlagt prøvetaking av sedimentkjerner for blydatering for å kunne anslå sedimenttilvekst og mektighet av PAH-forurensningen. Pga. sterk strøm i sundet lot det seg ikke gjøre å få tatt disse prøvene.

### Tråltrekk

Det ble gjennomført 2 tråltrekk over dumpeområdet (Se Figur 1).

Tråltrekk 1: Startposisjon N 58°30'31" Ø 8°54'50", sluttposisjon N 58°30'17' Ø 8°54'02', retning 238°, trållengde 0,304 n.m. ≈ ca 560 m. Innsamlet areal: ca 1400 m<sup>2</sup>

Tråltrekk 2: Startposisjon N 58°30'24" Ø 8°54'18", sluttposisjon N 58°30'40' Ø 8°54'64', retning 057°, trållengde 0,292 n.m. ≈ ca 530 m. Innsamlet areal: ca. 1300 m<sup>2</sup>

Tråltrekk 1 ga funn av tønnerester (en tønne) med innhold. Tønnesen kunne bekrefte at dette var materiale fra Nitriden. En prøve av tønneinnholdet ble overført til prevasket glass, merket, forseglet og frosset for analyse. Øvrig innhold i begge tråltrekkene ble grov karakterisert ombord.

## Grabbprøver

På bakgrunn av påvist dumpemateriale i Trekk 1 ble det definert 9 prøvetakingsstasjoner med jevn avstand langs traséen for tråltrekket. Alle prøver ble tatt vha. grabb. Prøve 1 ble tatt i sørvestre enden av Trekk 1 og prøve 9 i den nordøstre enden. I tillegg ble det tatt en "prøve 10" vest for tråltraséen, midt mellom denne og land og ca. 300 m fra SV (figur 1). På dekk ble grabben forsiktig åpnet og en prøve av det øvre, relativt uforstyrrede toppsjiktet på ca. 2 cm tykkelse ble tatt ut med skje i rustfritt stål og overført til prevaskede glass, merket og forseglet og frosset for analyse. Prøvene ble bevart nedfrosset ved 20C før videre opparbeiding for analyse (jfr. pkt. 3.2.3). Selv om prøvetakingen foregikk langs tråltraséen ble det oppnådd å ta relativt uforstyrrede sedimenter. Det var ikke vanskelig å definere de uforstyrrede arealene i grabbprøvene på grunn av fargeforskjell mellom det olivenfargede toppsjiktet og det mer grågrønne sedimentet dypere nede. Etter at sedimentprøven var tatt, ble resten av grabbmaterialet siktet gjennom 1 mm sikt for påvisning av slag og eventuelt annet dumpemateriale. Et utvalg slagprøver ble sikret for evt. analyse.

Det ble også gjort forsøk på innsamling av sedimenter med en Niemistö kjerneprøvetaker, bl.a. for å få dypere sedimentprøver til aldersdatering, men dette måtte oppgis grunnet redskaps-svikt antagelig pga. for sterk strøm.

## Prøvetaking ved dykking

Under dykkerbefaringen ble det tatt kjerneprøver av bunnsedimentene ved den SV enden av kaia utenfor Nitriden ut mot Tromøysund vha. pleksiglass rør som ble presset med håndkraft ned i sedimenter med uforstyrret overflate (figur 2). Rørene ble korket i begge ender og ført til overflaten i opprett posisjon slik at sedimentet forble uforstyrret. Ved hjelp av et stempel ble de 5 øvre cm av kjernen presset ut og overført til merkede prevaskede glass for deretter å fryses. De øvre 5 cm ble prøvetatt dels for å få nok materiale til alle analyser samt fordi sedimentene utenfor kaia etter alt å dømme stadig påvirkes av aktiviteten i området, eksempelvis propelloppvirvling.

## **Opparbeiding**

### **Blåskjell og o-skjell**

Skjellene ble grovrenset for begroing umiddelbart etter innhenting. Skjell fra en og en strømpe ble lagt i merkede poser og frosset ned for videre opparbeiding i laboratoriet. Fra et utgangsansatt på 50 utsatte skjell var antall overlevende skjell i hver strømpe mellom 30 og 45.

I NIVAs laboratorium ble skjellene ytterligere skrapet rene for å hindre kontaminering når skjellene ble åpnet og bløtdelene dissekert ut for videre overføring til brente glass. Det ble laget en blandprøve fra hver strømpe. Bløtdelene fra samtlige individer i strømpa ble homogenisert til en prøve og prøven ble deretter splittet i tre delprøver. En delprøve gikk til analyse av metaller og en til PAH, PCB, fettinnhold og mengde tørrstoff. En delprøve ble tatt var på som reserve.

Analyse av blandprøver fremfor av enkeltindivider gjøres primært av økonomiske grunner. I og med at blandprøven er laget av et representativt utvalg av individer (her 30 - 45 i hver prøve), gir analyseresultatet et gyldig gjennomsnittlig vevsnivå for gruppen av skjell i prøven. Man får imidlertid ingen informasjon om variansen rundt gjennomsnittsverdien, som man ville fått ved analyse av enkeltindivider, og kan derfor ikke teste signifikansen av forskjeller mellom ulike prøver. Forskjeller mellom

grupper av prøver kan imidlertid testes, og dette er gjennomført der det har vært hensiktsmessig (se kap 3.4 og

### **Fisk og krabbe**

Alle individer av fisk og krabbe ble veid og lengdemålt før opparbeiding (vedlegg 5)

Det ble tatt ut filet á 15 g fra henholdsvis totalt 8 og 9 individer av sandflyndre og ål. Filetene ble homogenisert (teflon-homogenisator) til en blandprøve av sandflynd og en av ål før analyse.

Krabbesmør (hepatopaneas) ble tatt ut av totalt 20 individer fra Ugland / Buøy, 16 fra Heggedalsbukta og 16 fra Bukkevika (8 + 8, dvs. A og B prøve). Smøret ble homogenisert i en blandprøve fra hver stasjon (merk! A og B prøve fra Bukkevika på PAH og PCB. På metaller ble A og B prøven slått sammen til en prøve). I tillegg ble resten av krabbeinnmaten tatt ut for eventuelle senere analyser.

### **Bunnsedimenter**

Av et utvalg på 10 grabbprøver ble 5 prøver tatt ut for analyse (prøve 1, 3, 5, 9 og 10), samt en prøve av tønnematerialet. Prøvene ble tint, homogenisert og deretter splittet i to delprøver. Det ene settet av prøver ble levert NIVAs laboratorium for bestemmelse av andel sediment < 63µm, total organisk karbon, nitrogen og tørrstoff. Det andre settet ble oversendt SINTEF- Oslo for analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). SINTEF hadde et uhell med tre av de oversendte prøvene slik at de måtte få tilsendt nytt materiale. I og med at det ikke var noe restmateriale igjen av de 5 utvalgte prøvene ble tre av de resterende grabbprøvene ettersendt (prøve 2, 6 og 8).

To av prøvene fra dykkerbefaringen ble også tint homogenisert og deretter splittet i tre delprøver. Det ene settet av prøver ble levert NIVAs laboratorium for bestemmelse av de samme parameterene som grabbprøvene. Ett sett av paralleller ble sendt til Landbrukets analysesenter for analyse av kobber, bly, kvikksølv, kadmium og tinn. Det siste settet av paralleller ble sendt SINTEF, Oslo for analyse av PAH og polyklorerte bifenyler (PCB)

## **Kjemiske analyser**

### **Biologisk materiale**

Det ble utført analyser av PAH og PCB samt metaller både i blåskjell, o-skjell, fisk og krabbe.

PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) dannes ved ufullstendig forbrenning og forekommer derfor naturlig i miljøet i motsetning til PCB som er et rent menneskeskapt produkt. Usikkerheten ved PAH-analysen er oppgitt til å ligge mellom +/-5 og 25% for enkeltforbindelsene.

Det ble også analysert for et utvalg av klorerte organiske forbindelser dvs. PCB-forbindelser (polyklorerte bifenyler). Ved første innsamling av blåskjell (august) ble det analysert på en summeparameter av PCB, dvs. alle detekterbare PCB-forbindelser. For å kunne sammenligne med SFTs miljøkvalitetskriterier (jfr. pkt. 3.5) samt å vurdere mulige kilder ut i fra PCB-profil (jfr. pkt. 3.4) var det ønskelig med spesifisering av enkeltkongenerer ved hovedinnsamlingen i oktober. Ved kvantifisering av PCB i skjell samlet i august ble det benyttet en PCB-standard Aroclor-1254 med en kloreringsgrad på 54%. Ved kvantifisering av enkeltkongenerer i skjell fra oktober innsamlingen ble det benyttet to ulike interne standarder (PCB-30

og PCB-204). Dette ga markert høyere verdier på 5 stasjoner (jfr. kap. 4.3.3.2 og vedlegg 9). Ved kalibrering med PCB-30 som intern standard oppnådde SINTEF-SI og NIVA sammenlignbare resultater (jfr. vedlegg 8 og 9). Pga. de ulike metodene som er benyttet ved SINTEF-SI er ikke august og oktober analysene sammenlignbare. Usikkerheten ved analysene er oppgitt å være  $\pm 20\%$ . Alle organiske analyser ble utført ved SINTEF-SI i Oslo. Metodebeskrivelse er gitt i vedlegg 6.

Metallanalyser (Hg, Cd, Pb, Cu og Sn) ble utført ved Landbrukets analysesenter. Metodebeskrivelse er gitt i vedlegg 7.

Som kvalitetsikring ble tre av blandprøvene av blåskjell også analysert ved NIVAs laboratorium for PAH og PCB. Metodebeskrivelse og usikkerheten ved analysene er gitt i vedlegg 8.

### **Bunnsedimenter**

Andel silt og leire i sedimentene (fraksjon  $<63\mu\text{m}$ ) ble bestemt ved våtsikting. Bestemmelse av totalorganisk karbon og nitrogen ble utført på frysetørret materiale etter akkreditert metode G6 ved NIVA (vedlegg 1). Mengde tørrstoff bestemmes etter akkreditert metode B3 ved NIVA (vedlegg 1).

Prøver til metallanalyser ble oppsluttet i kongevann. Kobber og bly ble bestemt ved ICP - AES, kvikksølv ved kalddamps AAS, kadmium ved elektrotermisk AAS og tinn ved EAAS (vedlegg 2)

Innholdet av PAH ble bestemt ved GC/MS analyse og PCB ved gasskromatografi, GC/ECD (vedlegg 3)

### **Databehandling, indikatororganismer**

For testing av forskjeller i totalt vevs nivå av PAH og PCB mellom grupper av blåskjellprøver er parvis t-test, fortrinnsvis på log-transformerte verdier, benyttet.

For å kunne bedømme likheter og ulikheter i sammensetning av henholdsvis PAH- og PCB-komponenter (PAH-, PCB-profil) i skjellprøvene er det benyttet en multivariat ordinerings-metode: prinsipal-komponent-analyse (PCA). Ulikheter i komponent-sammensetning indikerer påvirkning fra ulike kilder. Metoden er nærmere beskrevet i vedlegg 9. De prøver og komponenter som har inngått i analysen er gitt i vedlegg 10.



## Klassifisering av miljøkvalitet

Ved vurdering av miljøkvalitet har SFT utarbeidet kriterier for metaller og organiske miljøgifter blandt annet i blåskjell (tabell 1) og sedimenter (tabell 2). Tilsvarende kriterier er ikke utarbeidet for O-skjell, sandflyndre og ål. For taskekrabbe (hepatopancreas) finnes kun kriterier for TCCD (jfr. <sup>7)</sup> i tabell 1).

Årsaken til at kriteriene er mer omfattende, dvs. inkluderer flere parametere for blåskjell enn for øvrige organismer er fordi man der har et større datagrunnlag. Ved vurdering av miljøkvalitet for O-skjell, taskekrabbe, sandflyndre og ål er data fra andre fjordundersøkelser benyttet som sammenligningsgrunnlag.

Tabell 1. Klassifisering av miljøkvalitet og forurensningsgrad av blåskjell. Metaller er oppgitt på tørrvektsbasis, organiske forbindelser på friskvektbasis (Rygg og Thélin, 1993)

Parameter	Klasse I God	Klasse II Mindre God	Klasse III Nokså Dårlig	Klasse IV Dårlig	Klasse V Meget Dårlig
Arsen (mg As/kg)	<10	10-30	30-100	100-200	>200
Bly (mg Pb/kg)	<5	5-20	20-50	50-100	>100
Fluorid (mg F/kg)	<15	15-50	50-450	150-300	>300
Kadmium (mg Cd/kg)	<2	2-5	5-20	20-40	>40
Kobber (mg Cu /kg)	<10	10-30	30-100	100-200	>200
Krom (mg Cr/kg)	<3	3-10	10-30	30-60	>60
Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0.2	0.2-0.5	0.5-1.5	1.5-4	>4
Nikkel (mg Ni/kg)	<5	5-20	20-50	50-100	>100
Sink (mg Zn/kg)	<200	200-400	400-1000	1000-2500	>2500
Sølv (mg Ag/kg)	<0.3	0.3-1	1-2	2-5	>5
ΣPAH (µg/kg) <sup>1)</sup>	<100	100-300	300-2000	2000-5000	>5000
B(a)P (µg/kg) <sup>2)</sup>	<1	1-5	5-25	25-50	>50
ΣDDT (µg/kg) <sup>3)</sup>	<2	2-5	5-20	20-40	>40
HCB (µg/kg) <sup>4)</sup>	<0.2	0.2-1	1-3	3-5	>5
ΣHCH (µg/kg) <sup>5)</sup>	<0.5	0.5-3	3-10	10-20	>20
ΣPCB (µg/kg) <sup>6)</sup>	<10	10-30	30-100	100-200	>200
TCDD ekv. (ng/kg) <sup>7)</sup>	<0.3	0.3-1	1-3	3-5	>5
Forurensningsgrad	Grad 1 Lite	Grad 2 Moderat	Grad 3 Markert	Grad 4 Sterk	Grad 5 Meget Sterk
Ca. Overkonsentrasjon	<1 x	1-3 x	3-9 x	9-25 x	>25 x

<sup>1)</sup> Polysykliske aromatiske hydrokarboner  
<sup>2)</sup> Benzo(a)pyren (en av flere potensielt kreftfremkallende PAH-forbindelser)  
<sup>3)</sup> Diklordifenyltrikloreten med nedbrytningsprodukter  
<sup>4)</sup> Heksaklorbenzen  
<sup>5)</sup> Summen av lindan og andre isomere av heksaklorsykloheksan  
<sup>6)</sup> Polyklorerte bifenyl  
<sup>7)</sup> Giftighetspotensialet for summen av polyklorerte dibenzofuraner / dioksiner, målt som ekvivalenter av den giftigste av disse forbindelsene (2,3,7,8-tetraklorodebenzo-p-dioksin)

**Tabell 2.** Klassifisering av miljøkvalitet og forurensingsgrad i finkornede marine sedimenter. Etter Rygg og Thélin, 1993. \*(Chester, 1990)

Parameter	Klasse I God	Klasse II Mindre God	Klasse III Nokså Dårlig	Klasse IV Dårlig	Klasse V Meget Dårlig
Hg (mg/kg)	<0.15	0.15-0.6	0.6-3	3-5	>5
Cd (mg/kg)	<0.25	0.25-1	1-5	5-10	>10
Pb (mg/kg)	<30	30-120	120-600	600-1500	>1500
Cu (mg/kg)	<35	35-150	150-700	700-1500	>1500
Sn (mg/kg) *	<2	?	?	?	?
ΣPAH (mg/kg)	<0.3	0.3-2	2-6	6-20	>20
ΣPCB (µg/kg)	<5	5-25	25-100	100-300	>300
Forurens- ningsgrad	Grad 1 Lite	Grad 2 Moderat	Grad 3 Markert	Grad 4 Sterk	Grad 5 Meget Sterk
Ca. Overkons.	<1 x	1-4 x	4-20 x	20-80 x	>80 x

**VEDLEGG 2**  
**Feltarbeids-rapport - dykkerbefaring**

# TOKTLOGG DYKKEBEFARING

Sted: Nitriden - Tromøysund

## Sedimentbeskrivelse dykk 1

**Dato:** 3/5-1994,  
**Tid:** 1145-1230  
**Område:** Posisjon 1-15 avmerket på kart  
**Dykker:** TBK  
**Reservedykker:** AUD  
**Skriver:** TON

**Prosedyre:** Dykkebeskrivelse av bunnforhold langs land. Registrering på bånd og notater. Forsøk med videokamera oppgitt etter problem med fokusering av kamera på bunnen. Lydåndopptak blankt til tross for verifisert forhåndstesting. Grunn uklar (alt OK på senere dykk). Registrering notert fortløpende i journal.

Posisjon	Beskrivelse
Start	Dårlig sikt, ca 4 m. Kamera fungerer ikke. 6 m dyp. Store stein. 7 m dyp og mudderbunn. Gammelt bølgeblikk, skrot.
1	
2	10 m dyp. Stor rullestein i skråning. Sandblandet mudderflate nedenfor med skjellsand. Metallskrot spredt. Gamle wirerester.
3	Ved foten av fyllingen. Skråningen mer eller mindre dekket av skrot, jern, deler av en lastebil. Mudderbunnen nedenfor virvles lett opp. Fast fjell viser spredt. Noe rullestein i fylling.
4	Skrånende bunn av fast fjell. Begrodd med sukktare . Korstroll ( <i>Asterias rubens</i> ) vanlig. Mye hydroider og små rød- og brunalger. Noe jernskrot, men mindre enn i fyllinga. Videre østover over sprukket fjellrygg. Passerer en kant mot nordøst.
5	Fjellvegg som skråner 30-40°. Intet synlig skrot. Noe nedslamming av fjellbunnen. 11 m dyp: kupert fjell med felter av sandblandet mudder. Klare tegn på biologisk aktivitet (bioturbasjon). Bunnen skråner svakt nedover så langt sikten når. Mye sukktare og rødalger.
6	Loddrett fjellvegg. Ingen tegn til avfall. 10-11 m dyp. Akkumulasjon av skjellsandblandet mudder på småhyller. Samme algevekst som tidligere.
7	Fjellvegg 80-90° helning ned mot slette på 15 m dyp. Kabel løper ned langs fjellveggen. Er ved enden av store kjettinger.
8	Svømmer langs fjell med ganske vid flate ovenfor (rett utenfor betongtrapp). Grus- og skjellsandbunn. En del bølgeblikk og annet skrot.
9	Kommer til loddrett vegg ned til 11-12 m dyp. Mye rustent, gammelt skrot på bunnen nedenfor. Passerer kaistolpe.
10	Fjellbunn, bølgeblikkplate, intet ellers.
11	Bratt skrånende fjellbunn med flekker av grus/sand, veksler med rullesteinsskråning. Mye jernrester og rester av fiberduk på bunnen. En stor jernbjelke. Gammel begrodd ledning på 11 m dyp. Vannledningstype 3 cm diameter. Rustflekker på fjellet. Lite alger. Fjellveggen går ned til ca 5 m dyp.
12	Passerer foten av flere kaistolper. Jernbjelker på bunnen. Stolpene står på kanten av bratt fjell ned mot grusbunn med skjellsand. Svært mye skrot og rustflekker. Sterkt begrodd.

13	Flatere bunn, 10-20°. Kvitt kalkaktig felt ca 5x10 m areal, Klebrig og seigt materiale. Anslagsvis 0.5 m tykt. (Rett nedenfor 5 kaistolpe fra høyre). Bildekk og annet skrot rundt. Bunnen skråner svakt nedover mot høyre til 9-10 m dyp. Noe rullestein. Bunnfordypning "dalføre" (ved stolpe A2-3). Lite/ingen alger, noe dødningehånd.
14.	Rent grusfelt, synes dumpet på stedet, intet annet. Svømmer mot stor betongplattform. Ved bunnen av plattformen (enden av brygga): steinbunn. Plattformen står på søyler.
15	Grus- og sandfelter mellom rygger av fast fjell. Sanden har små svarte klumper eller korn. Ikke klebrige. Sannsynligvis blåsesand. Tynn hinne over bunnsedimentet. Flere hyller nedover med tilsvarende svarte korn på annet løsmateriale. Lagene ca 5-6 cm tykke. Dykket avsluttet.

**Konklusjon:** Bortsett fra en rørledning (posisjon 11) som så ut som en PVC vannledning, kuttet av på ca 11 m dyp var det ingen tegn til røråpninger eller andre utslippspunkter. Bortsett fra det som er konkret påpekt i hver posisjon synes fjellveggen normalt begrodd med marine organismer. Deposisjon av kvitt kalk- eller malings-aktig belegg observert utenfor kaistolpe A2-A3 på ca 8 m dyp, og vanlig forekomst av svarte sedimentkorn i hele området rundt undervannsplattform. Utseende samme som blåsesanden dumpet i strandkanten NØ for undervannsplattformen.

# TOKTLOGG DYKKEBEFARING

Sted: Nitriden - Tromøysund

## Sedimentbeskrivelse dykk 2

**Dato:** 3/5-1994,  
**Tid:** 1320-1400  
**Område:** Posisjon 14-17 avmerket på kart, samt mellom hovedkaistolper med posisjonering etter stolpeidentifikasjon.  
**Dykker:** AUD  
**Reservedykker:** TBK  
**Skriver:** TON

**Prosedyre:** Dykk med lydåndopptak, ikke video. Registrering også notert fortløpende i journal.

Posisjon	Beskrivelse
Start 16 mot 15	5 m dyp. Svart sand på slak skråning ved foten av fjellet. Noe tare på 3 m dyp. Stor rullestein med vegetasjon og jernskrammel.
17	Dyprenne på bunnen inn mot fylling ved land. Blåsesand på bunnen sannsynligvis tippet utenfor kanten av fylling.
Hovedkai mellom B1 og B2	Blåskjell på kaistolper. Wirer henger ned i vannet. Grov stein. Kvitt blågrønnalgebelegg, en del organismer spredt (anemoner, sjøstjerner, mosdyr), jernskrammel. Ingen ledninger helt inn til land. 3 m dyp.
Mellom B2 og B3	Slett fjell. med en del stein og skrap. Noe løsmasser mellom steinene. Svart og litt seigt. Muligens tjæreopprinnelse. Noe geleaktig. Gammel natursteinsbrygge innerst.
Ved stolpe B3	Kvitt belegg, utseende som maling eller kalk. Nylig (?) spylt ned. 2x2 m areal. Seig malingskonsistens. Mye rør av død mark.
Mellom B3 og B4	Store blåskjell (evt. oskjell) på stolpe. Grov stein og jernskrammel på bunnen samt singel, skjell og grus.
Mellom B4 og B5	Det kvite belegget fortsetter også her. Spylt utfor kaia (?). Ca 20 cm tykt ved foten av kai, bredde 2 m utover. Malingskonsistens. Under belegget grov skjellsand og mineralsand.
Mellom B7 og B8	Fjellbunn. Sikt 4-5 m. Ingen ledninger. Kaibein på fjellhulle. Flat sedimentbunn under.
B8	Skrot. Tømmerstokker og jernskrammel. Intet mer kvit dumpemasse.
Mellom B9 og B10	Ingen ledninger, ikke så mye skrap.
11	Lenger mot land enn ved forrige dykk. Fjellskråning med mye rødalger. Liten steinfylling. Kullsvart sediment med leirekonsistens (ikke leire). Sannsynligvis heller avfall enn anoksisk leire. Bør prøvetas. Svakt skrånede bunn utover.
Mellom 9 og 10	Jernskrot. Dyp ca 10 m. Samme svarte leiraktige sedimentet. Intet uvanlig.
9	Bratt fjellkant med sediment-slette nedenfor. En wire ned langs fjellet. Mye tomme østersskall, dødningshånd, rødalger (fagerving), sekkedyr, tare.
7	Ikke noe avfall. Dykket avsluttet.

**Konklusjon:** Undersøkelsen avdekket ikke noen rørledninger eller andre former for punktutslipp.

Tydelig avsetning av blåsesand i bukten mellom undervannsplattform og NØ kai på ca 5 m dyp. Samme materiale observeres i strandkanten ovenfor og bør evt. prøvetas derfra. Noe svart seigt materiale mellom stolpe B2 og B3 inn mot gammel kaifront. Bør prøvetas. Fra stolpe B3 til B8 var det felter av kvitt malingsaktig belegg (samme som observert i Dykk 1). Utfør pir SV for hovedkai på ca 10 m dyp sort leiraktig sediment som kan være avfall. Bør prøvetas.

## TOKTLOGG DYKKEBEFARING

**Sted:** Nitriden - Tromøysund

### Sedimentbeskrivelse dykk 3

**Dato:** 3/5-1994,  
**Tid:** 1524-1555  
**Område:** Posisjon 11-13 avmerket på kart  
**Dykker:** AUD og TBK  
**Skriver:** TON

**Prosedyre:** Dykk for prøvetaking med håndcorere, 6 cm diam.

<b>Posisjon</b>	<b>Beskrivelse</b>
11	Dyp 10 m. Sort sedimentbunn med noe skjellsand. Samme som dykk 2, posisjon 11. To corerprøver tatt til ca 20 cm sedimentdyp.
13	Dyp ca 8 m. Kvit maling- eller kalk-aktig deponimasse. En corerprøve tatt til ca 20 cm dyp.
Mellom B2 og B3	Steinfylling ved gammel kaifront. Svarte tjæreaktige løsmasser imellom. En corerprøve tatt i løsmassene til ca 15 cm sedimentdyp.

Totalt 4 corerprøver tatt. Oppbevart stående, forsegle i topp og bunn. Senere snittet og øvre 0-5 cm lagret frosset for analyser.



# TOKTLOGG DYKKEBEFARING

**Sted:** Nitriden - Tromøysund

## Sedimentbeskrivelse dykk 4

**Dato:** 4/5-1994,  
**Tid:** 1045-1125  
**Område:** Posisjon A-E i bukt SV for industriområdet.  
**Dykker:** TBK  
**Reserveydykker:** AUD  
**Skriver:** TON

**Prosedyre:** Dykk med lydåndopptak og video (strekning A-D). Registrering også notert fortløpende i journal.

Posisjon	Beskrivelse
A	2-3 m dyp. Sikt ca 5 m. Mykt mudder dekket av brune trådformede alger. Video starter. Eneste faste strukturer er jernskrammel. Mer lysbrun/grå ren mudder på 3 m dyp med fjæremark. Hånden stikkes lett ned. Noe sjøgress ( <i>Zostera</i> ).
B	Skråning oppover mot vest. Mer skjellsand og sukkertare. Rett utenfor det avmerkede utløpet (U på kartet). 4 m dyp. Stein og skjellsand. Begrodd. Ingen utløpsledninger. Stor jernramme. Tett begrodd. Lite felt med mudderbunn i skråninga. Intet uvanlig. Mye skrammel og skrot. Ingen ledninger observert, men vanskelig å evt. oppdage i alt skrotet. Følger en skrå steinfylling på 3-4 m dyp. Mye likt hele veien.
C	4 m dyp. Steinfylling nesten 90° skråning, normal begroing med sukkertare og annen påvekst. Litt kalkalger på stein. Mye gammel kabel.
D	Ren fjellvegg vest for fyllinga. 3 m dyp. Video avsluttet.
E	Løs mudderbunn i et slags dalføre, nedslammet, noe sand på sidene, grålig med helt svart anoksisk sediment ca 0.5 cm ned. Flekkvise algematter med helt svart sediment under. Karakteristisk for områder med liten vannbevegelse og utskifting. Ved utløpsåpningen grov sand med stein, grålig (oksisk) ned til 5-6- cm dyp. Nærmere trekaiene kabler og annet skrot på bunnen. Rullesteinsskråning mot overflaten med noe sjøanemoner (indikerer noe vannutskifting og strøm ved overflaten).
Gamle kaistolper	Levende blåskjell på tau (prøvetas) og blåskjell og oskjell på kaistolper. Gamle trekonstruksjoner stikker ned. Gammelt fat under brygga. Hull i ene siden. Synes være foret med en tett kvit plastmasse.
F	Rullestein og fjell. Mudderbunn imellom med ca 1 mm tykt grått lag over kullsvart dynn. Dykk avsluttet.

**Konklusjon:** Ingen avløpsrør påvist, men fyllingas struktur gjør at slike kan forekomme inne mellom stein og skrot og algebegroing uten å bli oppdaget. Ingen tegn til påvirkning fra evt. tilførsel gjennom avløp ved posisjon E. Gammelt fat (200 liters) påvist under gammel kai ved posisjon E. En klase med blåskjell på taustump frosset for evt. analyse.

# TOKTLOGG DYKKEBEFARING

## Sedimentbeskrivelse dykk 5

**Dato:** 4/5-1994,  
**Tid:** 1200-1230  
**Område:** Langs kai NØ for undervannsplattform  
**Dykker:** AUD  
**Reservedykker:** TBK  
**Skriver:** TON

**Prosedyre:** Rekognoseringsdykk for påvisning av rørledninger og fat langs gammel kaifront og rett utenfor nåværende kai. Ingen lyd- eller videoregistrering.

Posisjon	Beskrivelse
18	Start dykk ved sørende av gammel kai.
Under kai	Dykk mellom nåværende kaistolper og gammel kaifront. Dyp 3-4 m. Normal svakt skrånende fjell-bunn med litt sediment. Normal bevoksning på faste flater (sekkedyr, dødningshånd, alger) Ingen tegn til utløpsledninger, rør eller deponerte fat.
Foran kai	Dyp 9 m. Utseende stort sett som foran hovekaia. Vesentlig fast fjell, med større felter av skjellsandblandet mudder. Intet avfall påvist bortsett fra en bekkklump. Også blåsesand i sedimentet ved kaias SV-ende.

## TOKTLOGG DYKKEBEFARING

**Sted:** Nitriden - Tromøysund

### Sedimentbeskrivelse dykk 6

**Dato:** 4/5-1994,  
**Tid:** 1245-1315  
**Område:** Langs deponiområdet i Heggedalsbukta. Strekning G-H på kart.  
**Dykker:** TBK og AUD  
**Skriver:** TON

**Prosedyre:** Kort rekognoseringsdykk for å danne seg et bilde av utbredelse av geleaktig sedimentmasse påvist tidligere, sedimentbeskaffenhet generelt og større dumpede gjenstander. Ingen lyd- eller video-registrering.

Posisjon	Beskrivelse
Hele strekningen	Dyp 3-5 m. Løst dynnaktig mudder skrånende jevnt ca 20° utover. Oppå mudderet et tykt lag trådformede alger. Geleaktig masse flekkvis fordelt langs hele deponifronten. Lite stein eller andre større gjenstander, bortsett fra flere bilvrak i den østlige del av søks-strekningen.

**VEDLEGG 3**  
**Feltarbeids-rapport for innsamling av blåskjell**  
**24.8.94**

# Feltarbeids-rapport

**Prosjekt:** O-94115  
**Sted:** Nitriden - Tromøysund  
**Formål:** Opptak av blåskjell fra rigger  
**Tidsperiode:** 24/08/94  
**Toktleder:** Tone Jacobsen (TON)  
**Øvrige deltakere:** Mette Lie (MCL)

Fra hver av samtlige rigger ble det samlet inn 1 strømpe, opprinnelig inneholdende 50 individer. Vedlagte kart viser posisjon og nummerering av riggene. Tabell 1 viser nummerering, posisjon og antall døde skjell i de insamlede strømpene. Rigg 22A hadde opprinnelig nummer 30, men det synes som om merkingen er lest som 22 etter slitasje på bøya. Det er imidlertid ingen fare for forveksling av prøvene. Følgende rigger manglet:

Nr 1. Skibvik  
Nr 4. NØ for innløp til Bukkevig  
Nr 28 Buøyskjæra/Sauleholmene  
Nr 29 Nordenden av Buøy

Dette er de samme som ved befaringen 27/07.

**Kommentarer:** Feltarbeid gjennomført etter oppsatt plan. Skjellstrømpene fra Tromøysund var svært begrodd med små (ca 10 mm) blåskjell av årets yngel. Strømpene fra Heggedalsbukta var helt dekket av sekkedyr. Dødeligheten i strømpene (se tabell) er ikke større enn at det vil være tilstrekkelig bløtdelsmateriale for analysene. På samtlige utestående rigger er det minimum en strømpe igjen for senere innsamling.

Skjellene er rengjort og frosset for transport til NIVA. Videre bearbeiding for analyse (utdissekering, homogenisering) starter 31/08.

**VEDLEGG 4**  
**Feltarbeidrapport for innsamling av blåskjell**  
**4.10.95**

# Feltarbeids-rapport

**Prosjekt:** O-94115  
**Sted:** Nitiden - Tromøysund  
**Formål:** Innhenting av utsatte indikatororganismer / blåskjell  
**Tidsperiode:** 04.10.94 - 05.10.94  
**Toktleder:** Aud Helland (AUD)  
**Øvrige deltakere:** Torgeir Bakke (TBK)

- 03.10.94 Kl. 16.30: Avreise NIVA. Bil med lettbåt på tilhenger  
Kl. 22.30: Ankomst Tromøy.
- 04.10.94 Kl. 09.00: Ankomst Buøy. Utsetting av båt. Innhenting av alle blåskjellstrømper. Brygge ved Buøysund ble benyttet som "lasterampe".  
Kl. 13.00: Opptak av alle rigger og moringer. Arbeidet avsluttet kl. 19.00.
- 05.10.93 Kl. 09.00: Alle blåskjellstrømper ble renset og skjell lagt i merkede poser for nedfrysing før opparbeiding.  
Kl. 17.00: Pakking av utstyr.  
Kl. 23.00: Ankomst Oslo.

**Kommentarer:** Feltarbeidet ble utført etter oppsatt plan. Detaljer ved innhenting av skjell er gitt i egen toktlogg.

## TOKTLOGG INNSAMLING AV INDIKATORORGANISMER - FASE 2

**Sted:** Nitriden - Tromøysund

**Dato:** 04 - 05. 10. 94

- Stasjon 1:** Rigg var borte, ble registrert under første innsamling (Fase 1)
- Stasjon 2 og 3:** Riggoppsett i orden, gjenværende strømper intakt
- Stasjon 4:** Riggoppsett i orden, men må ha stått dypt pga. vekst av Pomatoceros på bøya. Rikken var flyttet noe NØ, ca. 20 m i forhold til ved utsetting. Ble registrert som mistet under fase 1.
- Stasjon 5 og 6:** Riggoppsett i orden, gjenværende strømper intakt
- Stasjon 7:** Bøya lå på ca. 1 - 2 m dyp og var såvidt synlig ved rekognosering. Økende vind i perioden fram til innsamling førte til at materiale som var dumpet i sjøkanten ble vasket ut og ga økt turbiditet i vannet. Dette resulterte i at riggen ikke ble funnet igjen da den skulle hentes. Rikken var inntakt under fase 1. Det dumpede materiale som lå på området til Arendal smelteverk syntes å være av samme type som vindbåret støv / partikler fra verket som til vanlig setler på vannoverflaten (svart glinsende finkornete partikler og endel større klumper).
- Stasjon 8 - 15:** Riggoppsett i orden, gjenværende strømper intakt. OBS! nr. 14 er ikke benyttet i serien.
- Stasjon 19 - 22c:** Riggoppsett i orden, gjenværende strømper intakt. OBS! bare 1/2 strømpe igjen på rigg 20. Rigg 22A var opprinnelig merket St. 30
- Stasjon 23 og 27:** Riggoppsett i orden, gjenværende strømper intakt.
- Stasjon 24 - 26:** Riggoppsett i orden, gjenværende strømper intakt. Nederste skjell hadde subbet bunnen, mye døde av disse.
- Kommentarer:** Rigg 1, 4, 28 og 29 ble registrert som mistet under fase 1. Rigg 4 ble funnet igjen. Som kompensasjon for riggene i randområdet / referanseområdet (rigg 1 og 29) ble skjell hentet ved lokalitet for hovedinnsamling av skjell NØ i sundet og naturlig populasjon ved Gallevikodden SV for Skibviken (samme lokasjon som rigg 1 hadde).



## ANTALL BLÅSKJELLSTRØMPER OG ANTALL LEVENDE SKJELL

STASJON / RIGG NR.	ANTALL STRØMPER	ANTALL LEVENDE
2	2	70
3	2	75
4	2	78
5	2	77
6	2	69
8	2	71
9	2	70
10	2	75
11	2	84
12	2	81
13	2	71
15	1	30
19	1	37
20	1/2	22
21	1	35
22A	2	75
22B	2	71
22C	2	83
23	1	43
24	2	71
25	2	75
26	1	46
27	2	74
Ref. SV i sundet	Naturlig populasjon	35
Ref. NV i sundet	Naturlig populasjon	50

**VEDLEGG 5**  
**Måleresultater av fisk og krabbe fra Nitriden-  
industriområde**

**Sandflyndre (*Limanda limanda*) og ål (*Anguilla anguilla*)**

Antall	Sandflyndre fra Bokkevika		Ål fra Heggedalsbukta	
	Vekt (g)		Vekt (g)	Lengde (cm)
1	227.2		96.6	39
1	110.7		153.6	45
1	267.7		115.9	41.5
1	314.1		145.1	42
1	359.4		137.4	45.5
1	397.7		134.5	43
1	446.2		155.5	46
1	473.5		194.6	46
1			257.3	54

**Krabbe** (*Cancer pagurus*)

	Kjønn =1 =2	Vekt (g)	Lengde (cm)	Smør (g)	Innmat (g)
Ugland /Buøy	1	67	9	7.4	4.7
	2	93.5	10	8	4.7
	1	153.5	11.5	16.9	9.7
	1	186.1	12.5	20.4	14.7
	2	184.5	12.5	17.1	9.8
	2	157.4	12	15	10
	2	194.3	13	12.8	11.5
	1	207.5	13	17.9	12.6
	1	231.1	13.5	23.2	16.6
	2	211.3	13.5	16.3	12.8
	2	239.5	14	10.7	13
	1	248.2	14	8.8	14
	1	306.1	15	20.4	18.6
	2	286.4	15.5	24	15.8
	1	295.3	15	10.9	17.7
	1	304	15	22.9	20.6
	1	319.4	15.5	24.4	20.6
	1	339.3	15.5	13.1	23.6
	1	415.7	16.5	31.4	23.6
	1	427.4	17	17.5	24.5
Heggedalsbukta	2	55.4	8.5	6.8	3.96
	2	55.4	9	8.4	4.14
	1	83.2	9.5	10.3	5.53
	1	148.4	11.5	14.5	11.46
	2	163	12	17.5	13.9
	1	174.8	12	14.6	27.8
	1	205.1	12.5	20.9	15.4
	2	179.2	13	25	17.3
	2	169.9	13	9.5	14.2
	2	179	13	11.8	13.7
	1	233.8	13.5	16.8	17.8
	2	218	14	9.1	12.4
	1	266.1	14.5	20.6	16.9
	1	297.6	15	5.3	17.4
	2	322.9	16	16.5	23.7
	1	415.6	16.5	28.3	27.2

Bukkevika			
A	2	11	
A	1	11	57.5
A	2	11.5	21
A	1	12	27.1
A	2	12.5	20.6
A	1	13	
A	2	13	36.7
A	1	13.5	24.5
B	1	11.5	15.03
B	1	12	20.32
B	1	12	29.59
B	2	13.5	32.85
B	1	14	26.71
B	2	15	30.22
B	1	15	37.64
B	1	13	19.75

**VEDLEGG 6**  
**Metodebeskrivelse og analyseresultater levert av**  
**SINTEF-SI**

JORDFORSK  
1432 Ås

Art.: Ola Nordal / Tone Westby

SINTEF Oslo

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

Besøksadresse/Location:  
Forskningsveien 1

Telefon/Telephone:  
+47 22 06 73 00

Telefax:  
+47 22 06 73 50

Telex:  
71 536 SIN

Enterprise nr.: 948007029

## Rapport

Deres ref.:  
7.0903-01/on/cea/tw

Vår ref.:  
611.1-3/alk/7-1  
G.Tveten

Direkte Innvalg:  
22067981

Oslo,  
1994-10-06

Oppdrag nr.:  
270243.05  
Prøveserie:  
1994-579

Oppdragets tittel:

### ANALYSER VED NITRIDEN

#### Innledning

Prøvene ble mottatt 9.9.94 for analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH og polyklorete bifenyler, PCB. Det ble mottatt 8 sedimentprøver og 10 skjellprøver. I Tabell 1 er det gitt en oversikt over de mottatte prøvene.

#### Eksperimentelt

Polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH, i prøvene ble bestemt med en GC/MS analyse. Massespektrometeret ble operert i selected ion monitoring mode (SIM). Polyklorete bifenyler, PCB, ble bestemt med en gaskromatograf med en electron capture detektor, GC/ECD. Prøvene ble opparbeidet etter beskrivelse i vedleggene til vårt analysetilbud av 6.7.94.

#### Resultat

Resultatet er gitt i µg/g tørt materiale for sediment- og skjell-prøvene. Det er oppgitt tørrstoff prosent i prøvene, og for skjellprøvene er det bestemt fett prosent. Resultatene er gitt i Tabell 2. Se vedlagte PAH-tabeller for fordeling av de enkelte PAH-forbindelsene i prøvene.

Med hilsen  
SINTEF Industriell kjemi

*Arne Lund Kvernheim*  
Arne Lund Kvernheim  
Laboratorieleder

*Grete Tveten*  
Grete Tveten  
Prosjektleder

Vedlegg: 6 tabeller.

### Spesielle betingelser

Analyseresultater rapportert i dette dokument er frembragt ved analyse av de anførte prøver i den stand de ble mottatt ved SINTEFs analyselaboratorium. SINTEF tar intet ansvar for oppdragsgivers bruk av resultatene eller for konsekvenser av slik bruk. Delvis kopiering av denne rapport er ikke tillatt uten skriftlig samtykke fra SINTEF.



Tabell 1  
Prøveoversikt

Prøverefranse	Serie nr.	Matriks	Analysespesifikasjon	
			PAH	PCB
	1994-579	Sediment		
Grabb 0-2 cm Prøve 1	1		X	
Grabb 0-2 cm Prøve 3	2		X	
Grabb 0-2 cm Prøve 5	3		X	
Grabb 0-2 cm Prøve 9	4		X	
Grabb 0-2 cm Prøve 10	5		X	
Kai sør 2 0-5 cm	6		X	X
Under Kai 0-5 cm	7		X	X
Tønnerest	8		X	
		Skjell		
ST. 2 Skibvik	9		X	X
ST. 9 Bukkevika, innerst mot Nitrid adm.bygg	10		X	X
ST.10 Bukkevika, midt på fyllingen	11		X	X
ST. 15 Nitridkai, under pir	12		X	X
ST. 17 Nitrid under kai, øst	13		X	X
ST. 19 Nitrid, Steikeritomta	14		X	X
ST. 22a Langenes	15		X	X
ST. 27 Buesund/sørspiss av Buøy	16		X	X
Blåskjell vest for kai	17		X	X
O-skjell Steikeritomta	18		X	X

Tabell 2

## Resultater.

Resultatene er gitt i µg/g tørt materiale.

L/660

Prøve	Serie nr.	Tørrestoff	Fett	PAH	PCB
	1994-579	%	%		
Grabb 0-2 cm Prøve 1	1	53		2,4	
Grabb 0-2 cm Prøve 3	2	36		6,3	
Grabb 0-2 cm Prøve 5	3	39		6,6	
Grabb 0-2 cm Prøve 9	4	34		7,0	
Grabb 0-2 cm Prøve 10	5	37		9,1	
Kai sør 2 0-5 cm	6	61		640	2,9
Under Kai 0-5 cm	7	56		650	0,7*
Tønnerest	8	47		160	
		Skjell			
ST. 2 Skibvik	9	15	1,4	0,3	0,05
ST. 9 Bukkevika, innerst mot Nitrid adm.bygg	10	16	1,3	0,9	0,04
ST.10 Bukkevika, midt på fyllingen	11	16	1,5	0,4	0,05
ST. 15 Nitridkai, under pir	12	17	1,5	0,3	0,04
ST. 17 Nitrid under kai, øst	13	17	1,6	0,3	0,04
ST. 19 Nitrid, Steikeritomta	14	17	1,5	0,3	0,10
ST. 22a Langenes	15	17	1,7	0,06	0,14
ST. 27 Buesund/sørspiss av Buøy	16	18	1,7	0,1	0,12
Blåskjell vest for kai	17	22	3,4	1,5	0,13
O-skjell Steikeritomta	18	19	2,4	10	0,11

\* Prøven inneholder forbindelser som delvis interfererer med PCB og gir matriks effekter. Resultatet som er oppgitt i tabellen må anses som et nivå, og ikke eksakt verdi

Til kvantifisering av PCB i sedimentprøvene ble det benyttet en PCB-standard Chlofen A-60 med kloreringsgrad på 60%.

Til kvantifisering av PCB i skjellprøvene ble det benyttet en PCB-standard Aroklor 1254 med kloreringsgrad på 54 %.

Tabell: Bisykliske og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), og andre polysykliske organiske forbindelser (POM).

PRØVE: 1994-579	2	3	4	5	6	
Enhet: µg/g tørt materiale GRABB	Pr.1	Pr.3	Pr.5	Pr.9	Pr.10	Kai sør
1 Naftalen						16.00
2 2-Metylnaftalen						3.80
3 1-Metylnaftalen						2.10
4 Bifenyl						0.88
<b>Sum identifiserte bisykliske</b>						<b>22.78</b>
5 Acenaftylen						
6 Acenaften						11.00
7 Fluoren						11.00
8 2-Metylfluoren						
9 1-Metylfluoren						1.00
10 Fenantren	0.19	0.58	0.43	0.50	0.45	69.00
11 Antracøn	0.06	0.17	0.12	0.14	0.26	15.00
12 3-Metylfenantren				0.30	0.29	12.00
13 2-Metylfenantren				0.45	0.47	16.00
14 2-Metylantracøn					0.43	7.20
15 4,5-Metylenefenantren				0.34	0.41	20.00
16 4-og/eller 9-Metylfenantren						9.70
17 1-Metylfenantren						8.20
18 Fluoranten	0.27	0.88	0.72	0.82	0.73	73.00
19 Benz(e)acenaftylen *						3.20
20 Pyren	0.22	0.67	0.55	0.63	0.61	64.00
21 Etyl-metyl-fenantren *						7.80
22 Benzo(a)fluoren						13.00
23 Benzo(b)fluoren						11.00
24 4-Metylpyren						
25 2-Metylpyren / Metylfluoranten						3.30
26 1-Metylpyren						2.60
27 Benzo(ghi)fluoranten						5.00
28 Benzo(c)fenantren						4.70
29 Cyclopenteno(cd)pyren						
30 Benz(a)antracøn	0.23	0.65	0.99	0.52	0.69	49.00
31 Krysen og Trifenylen	0.46	1.37	2.00	1.03	2.20	53.00
32 Benzo(b)fluoranten						
33 Benzo(j)fluoranten	0.37	0.99	0.85	1.10	1.10	55.00
34 Benzo(k)fluoranten						
35 Benzo(e)pyren	0.18	0.44	0.40	0.38	0.67	22.00
36 Benzo(a)pyren	0.20	0.43	0.37	0.43	0.47	43.00
37 Perylen	0.08	0.06	0.06	0.18	0.08	10.00
38 Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.08	0.05	0.11	0.12	0.13	19.00
39 Dibenz(ac / ah)antracøn						4.70
40 Benzo(ghi)perylen	0.07	0.02	0.04	0.09	0.13	11.00
41 Antantren						9.30
42 Coronen						
<b>Sum identifisert PAH</b>	<b>2.41</b>	<b>6.31</b>	<b>6.63</b>	<b>7.03</b>	<b>9.11</b>	<b>643.70</b>
Dibenzofuran						5.30
Dibenzothiolen						6.10
Carbazol						22.00
Benzo(d,e,f)dibenzotiofen *						
Benzotioften						13.00
Benzofenantridin						2.20
Benzo(c,d)pyren-6-on						
<b>Sum identifiserte POM</b>						<b>48.60</b>
<b>Total sum identifisert</b>	<b>2.41</b>	<b>6.31</b>	<b>6.63</b>	<b>7.03</b>	<b>9.11</b>	<b>715.08</b>

Deteksjonsgrense

\* Verifisert ved tidligere MS-data. Kommersiell standarder ikke tilgjengelig.

Tabell: Bisykliske og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), og andre polysykliske organiske forbindelser (POM).

PRØVE 11994-579		8	
Enhet:	pr. tørt materiale	ug/g	mg/g
		under kai	Tønnerest
1	Naftalen	20.0	3.7
2	2-Metylnaftalen	4.3	1.2
3	1-Metylnaftalen	2.3	0.6
4	Bifenyli	1.2	1.0
<b>Sum identifiserte bisykliske</b>		<b>27.8</b>	<b>6.5</b>
5	Acenaftylen	0.8	4.0
6	Acenaften	7.9	2.0
7	Fluoren	9.4	9.9
8	2-Metylfluoren		
9	1-Metylfluoren	1.1	1.3
10	Fenantren	79.0	3.1
11	Antraceni	19.0	1.7
12	3-Metylfenantren	12.0	20.0
13	2-Metylfenantren	16.0	17.0
14	2-Metylantraceni	11.0	9.2
15	4,5-Metylenefenantren	14.0	5.4
16	4-og/eller 9-Metylfenantren	12.0	16.0
17	1-Metylfenantren	9.3	18.0
18	Fluoranten	87.0	1.9
19	Benz(e)acenaftylen *	3.2	1.4
20	Pyren	71.0	2.3
21	Etyl-metyl-fenantren *	11.0	3.6
22	Benzo(a)fluoren	16.0	1.5
23	Benzo(b)fluoren	14.0	2.4
24	4-Metylpyren		
25	2-Metylpyren / Metylfluoranten	5.5	1.9
26	1-Metylpyren	3.8	1.0
27	Benzo(ghi)fluoranten	5.2	2.6
28	Benzo(c)fenantren	6.5	4.6
29	Cyclopenteno(cd)pyren		
30	Benzo(a)antraceni	53.0	11.0
31	Krysen og Trifenylen	54.0	12.0
32	Benzo(b)fluoranten		
33	Benzo(j)fluoranten	63.0	6.3
34	Benzo(k)fluoranten		
35	Benzo(e)pyren	33.0	2.2
36	Benzo(a)pyren	7.8	1.6
37	Perylen	12.0	0.2
38	Indeno(1,2,3-cd)pyren	2.2	0.2
39	Dibenz(ac / ah)antracener	8.1	0.2
40	Benzo(ghi)perylen	1.8	0.1
41	Antantren		
42	Coronen		
<b>Sum identifisert PAH</b>		<b>649.6</b>	<b>164.6</b>
	Dibenzofuran	6.1	3.4
	Dibenzothiolen	5.6	5.0
	Carbazol	18.0	38.0
	Benzo(d,e,f)dibenzothiolen *		0.8
	Benzo(n)aften	15.0	10.0
	Benzo(f)antridin	2.7	2.0
	Benzo(c,d)pyren-6-on		
<b>Sum identifiserte POM</b>		<b>47.4</b>	<b>59.2</b>
<b>Total sum identifisert</b>		<b>724.8</b>	<b>230.3</b>

Deteksjonsgrense

\* Verifisert ved tidligere MS-data. Kommersiell standard ikke tilgjengelig.

Tabell: Bisykliske og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), og andre polysykliske organiske forbindelser (POM).

PRØVE: 1994-579: Skjellprøve	9	10	12	13	14	
Enhet: µg/g tørr materiale	Stasjon: 2	9	10	15	17	19
1 Naftalen						
2 2-Metylnaftalen						
3 1-Metylnaftalen						
4 Bifenyli						
<b>Sum identifiserte bisykliske</b>						
5 Acenafylen						
6 Acenafen						
7 Fluoren						
8 2-Metylfluoren						
9 1-Metylfluoren						
10 Fenantren	0.030	0.024	0.028	0.024	0.021	0.017
11 Antracen	0.007					
12 3-Metylfenantren						
13 2-Metylfenantren						
14 2-Metylantracen						
15 4,5-Metylenefenantren						
16 4-og/eller 9-Metylfenantren						
17 1-Metylfenantren						
18 Fluoranten	0.033	0.056	0.072	0.050	0.037	0.042
19 Benz(e)acenafylen *						
20 Pyren	0.047	0.051	0.053	0.040	0.031	0.033
21 Etyl-metyl-fenantren *						
22 Benzo(a)fluoren						
23 Benzo(b)fluoren						
24 4-Metylpyren						
25 2-Metylpyren / Metylfluoranten						
26 1-Metylpyren						
27 Benzo(ghi)fluoranten						
28 Benzo(c)fenantren						
29 Cyclopenteno(cd)pyren						
30 Benz(a)antracen ✓	0.049	0.560	0.048	0.032	0.064	0.028
31 Krysen og Trifenylen	0.150	0.135	0.133	0.071	0.064	0.057
32 Benzo(b)fluoranten ✓						
33 Benzo(j)fluoranten ✓	0.014	0.041	0.037	0.023	0.016	0.023
34 Benzo(k)fluoranten ✓						
35 Benzo(e)pyren	0.017	0.058	0.008	0.024	0.019	0.027
36 Benzo(a)pyren ✓		0.011	0.007	0.010		
37 Perylen				0.014		
38 Indeno(1,2,3-cd)pyren ✓						
39 Dibenz(ac / ah)antracener ✓						
40 Benzo(ghi)perylene						
41 Antantren						
42 Coronen						
<b>Sum identifisert PAH</b>	<b>0.347</b>	<b>0.936</b>	<b>0.386</b>	<b>0.288</b>	<b>0.252</b>	<b>0.227</b>
Dibenzofuran						
Dibenzothiolen						
Carbazol						
Benzo(d,e,f)dibenzotiofen *						
Benzotiofanten						
Benzofenantridin						
Benzo(c,d)pyren-6-on						
<b>Sum identifiserte POM</b>						
<b>Total sum identifisert</b>	<b>0.347</b>	<b>0.936</b>	<b>0.386</b>	<b>0.288</b>	<b>0.252</b>	<b>0.227</b>

Deteksjonsgrense

\* Verifisert ved tidligere MS-data. Kommersiële standarder ikke tilgjengelig.

Tabell: Bisykliske og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), og andre polysykliske organiske forbindelser (POM).

PROVE	1994-579 Skjellprøver	15	16	17	18
Enhet:	µg/g tørt materiale	Stasjon 22 a	27	B-skj.V/kai	O skjell
1	Naftalen				
2	2-Metylnaftalen				
3	1-Metylnaftalen				
4	Bifenyl				
<b>Sum identifiserte bisykliske</b>					
5	Acenaftalen				
6	Acenafthen				0.245
7	Fluoren				0.267
8	2-Metylfluoren				
9	1-Metylfluoren				
10	Fenantren		0.020	0.084	1.785
11	Antracen			0.006	0.555
12	3-Metylfenantren			0.083	0.213
13	2-Metylfenantren			0.114	0.267
14	2-Metylantracen				0.160
15	4,5-Metylenefenantren			0.028	0.320
16	4-og/eller 9-Metylfenantren			0.052	0.171
17	1-Metylfenantren				0.139
18	Fluoranten	0.034	0.028	0.319	1.605
19	Benz(e)acenaftalen *				0.359
20	Pyren	0.025	0.016	0.160	1.127
21	Etyl-metyl-fenantren *			0.043	0.174
22	Benzo(a)fluoren				0.251
23	Benzo(b)fluoren				0.212
24	4-Metylpyren				
25	2-Metylpyren / Metylfluoranten				0.069
26	1-Metylpyren				0.042
27	Benzo(ghi)fluoranten			0.055	0.095
28	Benzo(c)fenantren			0.040	0.070
29	Cyclopenteno(cd)pyren				
30	Benz(a)antracen			0.057	0.635
31	Krysen og Trifenylen			0.245	0.578
32	Benzo(b)fluoranten				
33	Benzo(j)fluoranten		0.013	0.078	0.392
34	Benzo(k)fluoranten				
35	Benzo(e)pyren		0.013	0.099	0.147
36	Benzo(a)pyren		0.006	0.018	0.351
37	Perylen				0.083
38	Indeno(1,2,3-cd)pyren				0.068
39	Dibenz(ac / ah)antracener				0.034
40	Benzo(ghi)perylene				0.054
41	Antantren				0.013
42	Coronen				
<b>Sum identifisert PAH</b>		<b>0.059</b>	<b>0.096</b>	<b>1.481</b>	<b>10.481</b>
	Dibenzofuran				0.233
	Dibenzothiolen				
	Carbazol				0.065
	Benzo(d,e,f)dibenzothiolen *				
	Benzotionafthen				0.114
	Benzofenantridin				0.020
	Benzo(c,d)pyren-6-on				
<b>Sum identifiserte POM</b>					<b>0.432</b>
<b>Total sum identifisert</b>		<b>0.059</b>	<b>0.096</b>	<b>1.481</b>	<b>10.913</b>

Deteksjonsgrense

\* Verifisert ved tidligere MS-data. Kommersiell standarder ikke tilgjengelig.

Noteby  
Boks 9810 Ila  
0132 Oslo

Att.: Ola Bruskeland

## Rapport

Deres ref.:

Vår ref.:  
611.1-3/alk/7-1

Direkte innvalg:  
22067981

Oslo,  
1995-05-18

Oppdragets tittel:

**ANALYSE AV PAH OG PCB I BLÅSKJELL FRA NITRIDEN / ARENDAL.**

Oppdrag nr.:  
270243.81  
Prøveserie.:  
1994-745

### Innledning

Prøvene ble mottatt 11.11.94 for analyse av PAH og PCB.  
Det ble mottatt 28 skjellprøver og 3 fiskeprøver til analyse.

### Eksperimentelt

Prøvene ble opparbeidet og analysert etter vår metode for analyse av PAH og PCB i biologiske prøver.  
Analysemetoden er vedlagt.

### Resultat og diskusjon

Prøveoversikt og resultater er gitt i tabellene 1-7 samt i vedlegg.

Deteksjonsgrensen for de enkelte PAH-forbindelsene var 0,002-0,008 µg/g tørt materiale.  
Deteksjonsgrensen for PCB-congenere var 0,0002-0,0006 µg/g tørt materiale.

Ved kvantifisering av PCB-congenerene benyttes i vår metode normalt to ulike interne standarder (PCB-30 og PCB-204). Disse er representative for henholdsvis det lavklorerte og høyklorerte området i kromatogrammet. De interne standardene skal korrigerer for gjenvinning ved opparbeidningen og for matriks-effekter ved den gasskromatografiske analysen. Resultatene som er gitt i Tabell 1 og 2 er beregnet etter vår standard-metode med bruk av to interne standarder.

I 5 av prøvene var arealet av den interne standarden, som ble benyttet til kvantifisering av PCB-101 til PCB-209 vesentlig lavere enn forventet. Disse prøvene ble merket med "\*" i Tabell 1.

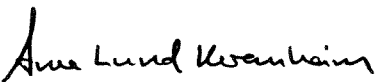
At kun den interne standarden og ikke de øvrige forbindelsene i det aktuelle kromatografiske området skulle diskrimineres, lar seg vanskelig forklare.

Prøvene ble analysert gasskromatografisk på nytt, men forholdet mellom den interne standarden og de aktuelle komponentene forble uendret.

Etter avtale ble samtlige prøver kalibrert på nytt med kun PCB-30 som intern standard. Disse resultatene er gitt i Tabell 3.

Med hilsen

SINTEF Industriell kjemi, Seksjon for Miljøteknologi og analyse

  
Arne Lund Kvernheim  
Laboratorieleder

  
Grete Tveten  
Prosjektleder

Vedlegg:      Analysemetode  
                 7 Tabeller

Kopi til:        Niva  
                 Postboks 173 Kjelsås  
                 0411 Oslo  
                 Aud Helland

### Spesielle betingelser

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



## Vedlegg

Tabell 1

Innhold av sum PAH, sum utvalgte NPD-forbindelser og sum PCB (11 kongenere) i biologisk materiale.

Resultatene er gitt i µg/g tørt materiale.

Prøve	Serie nr	Tørrstoff	Fett	Sum PAH	Sum utvalgte NPD-forb.	Sum PCB
Stasjon/Rigg nr.	1994-745	%	%	µg/g tørt materiale		
2	1	19	1,6	0,23	0,03	0,019
3	2	20	2,3	0,41	0,15	0,020
4	3	16	1,7	0,38	0,14	0,028
5	4	19	1,7	0,40	0,16	0,034
6	5	18	1,5	0,57	0,16	0,021
8 *	6	24	3,9	0,46	0,49	0,880
9	7	19	1,9	0,59	0,15	0,022
10	8	18	2,0	0,60	0,16	0,031
11	9	18	2,1	1,23	0,38	0,021
12	10	20	1,8	0,41	0,15	0,018
13	11	22	2,5	0,33	0,11	0,010
15	12	20	2,3	0,27	0,09	0,020
16	13	17	1,8	0,17	0,01	0,018
19	14	20	2,0	0,31	0,12	0,024
20 *	15	21	2,1	0,18	0,10	0,225
21	16	21	1,8	0,08	0,02	0,012
22A	17	18	1,6	0,11	0,06	0,012
22B	18	18	1,7	0,20	0,13	0,037
22C	19	21	2,2	0,37	0,07	0,038
23	20	21	2,5	0,20	0,22	0,017
24	21	19	2,0	0,77	0,30	0,057
25	22	19	1,8	1,05	0,26	0,039
26	23	20	2,3	0,97	0,29	0,047
27	24	21	2,2	0,24	0,29	0,018
Ref. SV i sundet *	25	17	1,8	0,25	0,05	0,118
Ref. NØ i sundet	26	20	2,0	0,13	0,05	0,014
Årets juvenile st.5 *	27	23	2,7	0,38	0,14	0,292
Årets juvenile st.8	28	14	1,0	0,50	0,12	0,025
Fiskeprøver						
Krabbesmør A	29	20	1,7	0,18	0,12	0,194
Krabbesmør B	30	21	5,1	0,09	0,02	0,070
Sandflyndre *	31	20	0,6	i.p.	i.p.	0,305

i.p.= ikke påvist

## Vedlegg

Tabell 2

Innholdet av utvalgte PCB-kongenere (IUPAC-nr.), pentaklorbenzen (5CB), hexaklorbenzen (HCB) og oktaklorstyren (OCS) i blåskjell. (1994-745)

Resultatene er angitt i ng/g tørt materiale.

i.p.=ikke påvist

\* = summen av PCB-31 og PCB-28

L. nr.	Prøve stasj./riggnr	pcb-31	pcb-28	pcb-52	pcb-101	pcb-118	pcb-153	pcb-105	pcb-138	pcb-156	pcb-180	pcb-209	5CB	HCB	OCS
1	2	0,4	0,4	1	2	2	4	0,8	2	6	≤0,2	i.p.	0,08	0,1	i.p.
2	3	4*		0,8	2	2	4	0,8	2	4	≤0,2	0,2	0,08	0,1	i.p.
3	4	2*		0,8	2	2	6	1	4	10	≤0,2	0,2	0,08	i.p.	i.p.
4	5	2*		0,8	2	2	6	1	4	16	≤0,2	0,2	i.p.	i.p.	i.p.
5	6	2*		0,8	2	2	4	0,6	2	8	≤0,2	0,2	0,1	i.p.	i.p.
6	8	6*		1	100	110	140	50	120	300	26	28	0,1	0,2	i.p.
7	9	4*		1	2	2	4	0,8	4	4	≤0,2	0,4	0,1	0,1	i.p.
8	10	4*		1	2	4	6	1	4	8	≤0,2	0,4	0,1	0,1	i.p.
9	11	≤0,2	0,4	1	2	2	4	0,8	4	6	0,4	0,4	0,2	0,1	i.p.
10	12	i.p.	≤0,2	0,8	2	2	4	0,8	2	6	≤0,2	0,4	0,1	i.p.	i.p.
11	13	≤0,2	≤0,2	0,6	1	1	4	0,4	2	0,8	i.p.	i.p.	0,08	i.p.	i.p.
12	15	1	1	0,6	2	2	4	0,6	4	4	i.p.	i.p.	0,08	i.p.	i.p.
13	16	≤0,2	≤0,2	0,8	2	2	6	1	4	2	≤0,2	i.p.	0,1	i.p.	i.p.
14	19	i.p.	i.p.	0,8	4	4	6	1	4	4	≤0,2	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
15	20	≤0,2	≤0,2	0,8	34	30	60	14	44	38	4	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
16	21	i.p.	i.p.	0,6	2	2	4	0,6	2	0,8	i.p.	i.p.	0,08	i.p.	i.p.
17	22A	i.p.	i.p.	0,6	2	2	4	0,6	2	1	i.p.	i.p.	0,1	i.p.	i.p.
18	22B	≤0,2	≤0,2	0,8	6	6	8	2	6	8	≤0,2	i.p.	0,1	i.p.	i.p.
19	22C	≤0,2	≤0,2	2	6	6	8	2	8	1	0,4	i.p.	0,08	i.p.	i.p.
20	23	≤0,2	≤0,2	0,7	2	4	4	1	4	1	≤0,2	i.p.	0,08	i.p.	i.p.
21	24	0,4	0,4	4	10	12	10	4	10	6	0,4	i.p.	0,1	i.p.	0,1
22	25	≤0,2	≤0,2		6	8	8	2	6	8	≤0,2	i.p.	0,1	i.p.	i.p.
23	26	≤0,2	0,4	2	8	8	8	4	8	8	≤0,2	i.p.	0,1	i.p.	i.p.
24	27	i.p.	i.p.	0,6	2	1	4	0,6	2	8	i.p.	i.p.	0,1	i.p.	i.p.
25	Ref. SV	≤0,2	≤0,2	1	8	8	18	4	12	66	1	0,4	0,1	i.p.	i.p.
26	Ref.NØ	i.p.	i.p.	i.p.	1	1	4	0,4	2	6	i.p.	i.p.	0,06	i.p.	i.p.
27	Årets juv. st.5	0,4	0,4	1	16	18	26	8	20	200	2	0,6	0,1	0,1	i.p.
28	Årets juv. st.8	i.p.	i.p.	0,6	2	2	4	0,4	2	14	i.p.	i.p.	0,08	i.p.	i.p.
29	Krabbesm.A	1	2	0,6	8	30	66	12	56	4	12	2	1	6	0,8
30	Krabbesm.B	≤0,2	0,6	i.p.	2	12	24	4	22	0,8	4	0,4	0,4	1	0,2
31	Sandflyndre	i.p.	i.p.	0,6	10	34	86	12	56	92	14	i.p.	0,1	i.p.	i.p.
Deteksjonsgrense		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	0,2	0,1	0,06	0,1	0,1

## Vedlegg

Tabell 3

Innholdet av utvalgte PCB-kongenerer (IUPAC-nr.) Konsentrasjonen av alle kongenerene er beregnet med PCB-30 som intern standard. (1994-745). Resultatene er angitt i ng/g tørt materiale.

i.p.=ikke påvist\*

=summen av PCB-31 og PCB-28

L. nr.	Prøve stasj./riggnr.	pcb-31	pcb-28	pcb-52	pcb-101	pcb-118	pcb-153	pcb-105	pcb-138	pcb-156	pcb-180	pcb-209
1	2	0,4	0,4	1	2	2	2	0,2	2	4	≤0,2	i.p.
2	3	4*		0,8	2	2	4	0,8	2	4	≤0,2	≤0.1
3	4	2*		0,8	2	2	4	0,8	4	6	≤0,2	≤0.1
4	5	2*		0,8	2	2	2	0,6	2	8	≤0,2	i.p.
5	6	2*		0,8	2	2	2	0,6	2	8	≤0,2	i.p.
6	8	6*		1	1	1	2	0,4	2	6	i.p.	i.p.
7	9	4*		1	2	2	1	0,8	2	4	0,4	0,2
8	10	4*		1	2	2	4	1	4	4	0,4	0,1
9	11	≤0,2	0,4	1	1	2	4	1	4	6	0,4	0,2
10	12	i.p.	≤0,2	0,8	2	2	4	0,8	2	4	0,4	0,2
11	13	≤0,2	≤0,2	0,6	2	2	2	0,6	2	0,6	≤0,2	i.p.
12	15	1	1	0,6	2	2	4	0,6	2	2	i.p.	i.p.
13	16	≤0,2	≤0,2	0,8	2	2	4	0,8	4	2	≤0,2	i.p.
14	19	i.p.	i.p.	0,8	2	2	4	0,8	2	2	≤0,2	i.p.
15	20	≤0,2	≤0,2	0,8	2	1	4	0,6	2	1	i.p.	i.p.
16	21	i.p.	i.p.	0,6	1	1	2	0,4	2	i.p.	i.p.	i.p.
17	22A	i.p.	i.p.	0,6	1	1	2	0,4	2	0,8	i.p.	i.p.
18	22B	≤0,2	≤0,2	0,8	2	2	2	0,6	2	2	i.p.	i.p.
19	22C	≤0,2	≤0,2	2	4	4	4	2	4	0,6	≤0,2	i.p.
20	23	≤0,2	≤0,2	1	2	4	6	1	4	1	0,4	i.p.
21	24	0,4	0,4	4	8	10	8	4	8	6	0,6	i.p.
22	25	≤0,2	≤0,2	2	6	6	6	2	6	6	0,4	i.p.
23	26	≤0,2	0,4	2	6	6	6	2	6	6	0,4	i.p.
24	27	i.p.	i.p.	0,6	1	1	2	0,6	1	6	i.p.	i.p.
25	Ref. SV	≤0,2	≤0,2	1	1	2	4	0,8	1	14	i.p.	i.p.
26	Ref.NØ	i.p.	i.p.	i.p.	1	1	2	0,4	2	6	i.p.	i.p.
27	Årets juv. st.5	0,4	0,4	1	1	1	2	0,6	2	20	i.p.	i.p.
28	Årets juv. st.8	i.p.	i.p.	0,6	1	1	2	0,4	2	10	i.p.	i.p.
29	Krabbesm.A	1	2	0,6	10	42	88	16	74	6	18	2
30	Krabbesm.B	≤0,2	0,6	i.p.	4	14	32	4	28	1	6	0,4
31	Sandflyndre	i.p.	i.p.	0,6	1	4	10	1	6	10	2	i.p.
Deteksjonsgrense		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	0,2	0,1

Tabell 4										
1994-745	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prøve stasjon	Nr.2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	Nr.6	Nr.8	Nr.9	Nr.10	Nr.11	Nr.12
NAFTALEN										
2-METYLNAFTALEN										
1-METYLNAFTALEN										
BIFENYL										
<b>Sum identifiserte bisykliske forb.</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
ACENAFTYLEN										
ACENAFTEN										
FLUOREN										
2-METYLFLUOREN										
1-METYLFLUOREN										
FENANTREN	0.025	0.038	0.061	0.031	0.061	0.067	0.047	0.049	0.071	0.035
ANTRACEN		0.017	0.009	0.013	0.010	0.009	0.000	0.013	0.017	0.001
3-METYLFENANTREN		0.019	0.013	0.018	0.017	0.021	0.016	0.021	0.034	0.016
2-METYLFENANTREN		0.013	0.011	0.020	0.027	0.026	0.020	0.020	0.046	0.019
2-METYLANTRACEN						0.004				
4,5-METYLENEFENANTREN		0.020		0.012				0.018	0.018	
4-9-METYLFENANTREN		0.024	0.032	0.016	0.012	0.019	0.021	0.021	0.048	0.006
1-METYLFENANTREN		0.026	0.022	0.026	0.017	0.019	0.028	0.023	0.045	0.017
FLUORANTEN	0.046	0.056	0.053	0.047	0.094	0.085	0.113	0.108	0.205	0.063
BENZO(E)ACENAFTALEN										
PYREN	0.037	0.059	0.038	0.054	0.078	0.069	0.091	0.095	0.153	0.055
ETYL-METYLFENANTREN										
BENZO(A)FLUOREN									0.014	0.008
BENZO(B)FLUOREN									0.033	0.015
4-METYLPYREN										
2-METYLPYREN/METYLFLUORAN									0.034	
1-METYLPYREN									0.017	0.012
27-BENZO(GH)FLUORANTEN					0.006				0.026	0.007
28 BENZO(C)FENANTREN					0.010				0.021	0.007
BENZO(A)ANTRASEN	0.030	0.033	0.017	0.036	0.059	0.004	0.052	0.043	0.076	0.037
CRYSEN/TRIFENYLEN	0.053	0.071	0.047	0.075	0.108	0.072	0.112	0.103	0.221	0.062
BENZO(B)FLUORANTEN	0.020	0.015	0.029	0.007	0.028	0.010	0.035	0.026	0.063	0.022
BENZO(J)FLUORANTEN										
BENZO(K)FLUORANTEN										
BENZO(E)PYREN	0.017	0.016	0.048	0.039	0.047	0.043	0.052	0.055	0.095	0.027
BENZO(A)PYREN						0.011				
PERYLEN										
INDENO(1,2,3-CD)PYREN										
DIBENZ(AC-AH)ANTRACEN										
BENZO(GH)PERYLEN										
ANTANTREN										
CORONEN										
<b>Sum identifiserte PAH</b>	<b>0.228</b>	<b>0.408</b>	<b>0.381</b>	<b>0.396</b>	<b>0.573</b>	<b>0.460</b>	<b>0.588</b>	<b>0.595</b>	<b>1.234</b>	<b>0.409</b>
DIBENZOFURAN										
DIBENZOTHIOFEN										
CARBAZOL			0.026	0.035			0.011		0.021	0.021
BENZO(D,E,F)DIBENZOTHIOFEN										
E-BENZOTIOPHTALEN					0.049				0.086	0.030
F-BENZOFENANTRIDIN					0.010				0.020	
<b>Sum identifiserte andre polysykliske org forb. (POM)</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.026</b>	<b>0.035</b>	<b>0.059</b>	<b>0.000</b>	<b>0.011</b>	<b>0.000</b>	<b>0.126</b>	<b>0.050</b>
<b>Total identifisert</b>	<b>0.228</b>	<b>0.408</b>	<b>0.406</b>	<b>0.432</b>	<b>0.632</b>	<b>0.460</b>	<b>0.599</b>	<b>0.595</b>	<b>1.361</b>	<b>0.459</b>
NAFTALEN										
2-METYLNAFTALEN										
1-METYLNAFTALEN										
2,3-DIMETYLNAFTALEN										
2,3,5-TRIMETYLNAFTALEN										
FENANTREN	0.025	0.038	0.061	0.031	0.061	0.067	0.047	0.049	0.071	0.035
3-METYLFENANTREN		0.019	0.013	0.018	0.017	0.021	0.016	0.021	0.034	0.016
2-METYLFENANTREN		0.013	0.011	0.020	0.027	0.026	0.020	0.020	0.046	0.019
4-9-METYLFENANTREN		0.024	0.032	0.016	0.012	0.019	0.021	0.021	0.048	0.006
1-METYLFENANTREN		0.026	0.022	0.026	0.017	0.019	0.028	0.023	0.045	0.017
3,6-DIMETYLFENANTREN					0.009				0.026	0.019
1,7,8-TRIMETYLFENANTREN						0.302				
DIBENZOTHIOFEN										
2-METYLDIBENZOTHIOFEN				0.016			0.019	0.021	0.029	0.012
4,6-DIMETYLDIBENZOTHIOFEN		0.025		0.027	0.017	0.031			0.083	0.027
<b>Sum</b>	<b>0.025</b>	<b>0.145</b>	<b>0.141</b>	<b>0.155</b>	<b>0.160</b>	<b>0.485</b>	<b>0.151</b>	<b>0.155</b>	<b>0.381</b>	<b>0.152</b>

Tabell 5										
1994-745	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Prøvestasjon	NR.13	Nr.15	Nr.16	Nr.19	Nr.20	Nr.21	Nr.22A	Nr.22B	Nr.22C	Nr.23
NAFTALEN										
2-METYLNAFTALEN										
1-METYLNAFTALEN										
BIFENYL										
<b>Sum identifiserte bisykliske forb.</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
ACENAFTYLEN										
ACENAFTEN										
FLUOREN	0.004									
2-MEYLFUOREN										
1-MEYLFUOREN										
FENANTREN	0.025	0.020	0.011	0.019	0.020	0.009	0.016	0.026	0.059	0.024
ANTREACEN	0.006	0.006			0.015				0.007	0.005
3-MEYLFENANTREN	0.018	0.014		0.017	0.009	0.005		0.009	0.016	0.012
2-MEYLFENANTREN	0.022	0.017		0.022	0.006	0.008		0.010	0.019	0.013
2-MEYLANTRACEN	0.005									
4,5-MEYLENEFENANTREN	0.004								0.005	0.005
4-9-MEYLFENANTREN	0.002	0.015		0.022	0.008			0.008	0.010	0.007
1-MEYLFENANTREN	0.017	0.018		0.023	0.009			0.010	0.015	0.010
FLUORANTEN	0.051	0.040	0.029	0.047	0.054	0.023	0.034	0.045	0.089	0.003
BENZ(E)ACENAFTALEN										
PYREN	0.043	0.034	0.027	0.038	0.056	0.016	0.022	0.033	0.054	0.030
ETYL-MEYLFENANTREN										
BENZO(A)FLUOREN	0.008			0.005					0.004	0.004
BENZO(B)FLUOREN				0.008					0.002	0.006
4-MEYLPYREN										
2-MEYLPYREN/MEYLFUOREN	0.011			0.013					0.006	0.005
1-MEYLPYREN	0.005			0.004					0.007	0.005
27-BENZO(GH)FLUORANTEN	0.006	0.004		0.003				0.006	0.006	
28-BENZO(C)FENANTREN	0.006	0.004		0.006				0.003	0.006	
BENZ(A)ANTRASEN	0.022	0.015	0.022	0.018			0.013	0.008	0.002	0.014
CRYSEN/TRIFENYLEN	0.034	0.025	0.045	0.037			0.020	0.023	0.044	0.027
BENZO(B)FLUORANTEN	0.020	0.005	0.010	0.008		0.007		0.007	0.006	0.015
BENZO(J)FLUORANTEN										
BENZO(K)FLUORANTEN										
BENSO(E)PYREN	0.024	0.016	0.025	0.020		0.008		0.013	0.017	0.014
BENSO(A)PYREN	0.003									
PERYLEN										
INDENO(1,2,3-CD)PYREN		0.023								
DIBEN(AC-AH)ANTRACEN										
BENZO(GH)PERYLEN		0.016								
ANTANTREN										
CORONEN										
<b>Sum identifiserte PAH</b>	<b>0.333</b>	<b>0.272</b>	<b>0.170</b>	<b>0.309</b>	<b>0.177</b>	<b>0.077</b>	<b>0.105</b>	<b>0.200</b>	<b>0.372</b>	<b>0.198</b>
DIBENZOFURAN										
DIBENZOTHIOPEN										
CARBAZOL		0.004							0.013	
4-MEYLPYREN										
E-BENZOTIONAFTEN	0.015	0.005		0.007				0.008	0.012	
F-BENZOFENANTRIDIN	0.002			0.003					0.003	
<b>Sum identifiserte andre polysykliske org.forb.</b>	<b>0.017</b>	<b>0.010</b>	<b>0.000</b>	<b>0.010</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.008</b>	<b>0.028</b>	<b>0.000</b>
(POM)										
<b>Total identifisert</b>	<b>0.350</b>	<b>0.282</b>	<b>0.170</b>	<b>0.319</b>	<b>0.177</b>	<b>0.077</b>	<b>0.105</b>	<b>0.208</b>	<b>0.400</b>	<b>0.198</b>
NAFTALEN										
2-METYLNAFTALEN										
1-METYLNAFTALEN										
2,3-DIMETYLNAFTALEN										
2,3,5-TRIMETYLNAFTALEN										
FENANTREN	0.025	0.020	0.011	0.019	0.021	0.009	0.016	0.026	0.059	0.024
3-MEYLFENANTREN	0.018	0.014		0.017	0.009	0.005		0.009	0.016	0.012
2-MEYLFENANTREN	0.022	0.017		0.022	0.006	0.008		0.010	0.019	0.013
FLUORANTEN	0.002	0.015		0.022	0.054			0.008	0.010	0.007
1-MEYLFENANTREN	0.017	0.018		0.023	0.009			0.010	0.015	0.010
3,6-DIMETYLFENANTREN	0.011	0.004		0.008					0.004	0.003
1,7,8-TRIMETYLFENANTREN										
DIBENZOTHIOPEN									0.005	0.003
2-MEYLDIBEZOTHIOPEN		0.004							0.004	
4,6-DIMEYLDIBENZOTHIOPEN	0.012	0.005		0.011					0.003	0.003
<b>Sum</b>	<b>0.105</b>	<b>0.097</b>	<b>0.011</b>	<b>0.121</b>	<b>0.099</b>	<b>0.022</b>	<b>0.016</b>	<b>0.062</b>	<b>0.133</b>	<b>0.074</b>

Tabell 6								
1994-746	21	22	23	24	25	26	27	28
Prøve-stasjon	Nr.24	Nr.26	Nr.26	Nr.27	SV i sundet	NØ i sundet	St.6	St.8
NAFTALEN	0.008							
2-METYLNAFTALEN	0.033							
1-METYLNAFTALEN	0.001							
BIFENYL								
<b>Sum identifiserte bisykliske forb.</b>	<b>0.043</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
ACENAFTYLEN								
ACENAFTEN	0.014	0.006	0.006					
FLUOREN	0.010	0.010	0.010					
2-METYLFLUOREN								
1-METYLFLUOREN			0.004					
FENANTREN	0.096	0.177	0.159	0.022	0.016	0.018	0.043	0.027
ANTRACEN	0.009	0.015	0.014	0.003				
2-METYLDIBEZOTHIOFEN		0.010	0.006					
3-METYLFENANTREN	0.018	0.024	0.023	0.011		0.008	0.019	0.014
2-METYLFENANTREN	0.020	0.024	0.024	0.013		0.009	0.025	0.019
2-METYLANTRACEN	0.011		0.003					
4,5-METYLENEFENANTREN	0.006	0.008	0.010					
4,9-METYLFENANTREN	0.011	0.017	0.012	0.007		0.006	0.015	0.013
1-METYLFENANTREN	0.014	0.016	0.018	0.009	0.016	0.007	0.015	0.015
FLUORANTEN	0.181	0.255	0.216	0.032	0.036	0.019	0.060	0.052
BENZ(E)ACENAFTALEN								
PYREN	0.108	0.138	0.117	0.024	0.030	0.016	0.054	0.052
ETYL-METYLFENANTREN	0.015	0.023	0.019	0.004				0.007
BENZO(A)FLUOREN	0.004	0.006	0.010					
BENZO(B)FLUOREN	0.004	0.005	0.004					
4-METYLPYREN								
2-METYLPYREN/METYLFLUORAN	0.010	0.011	0.010					
1-METYLPYREN	0.005	0.004	0.003					
27-BENZO(GHI)FLUORANTEN	0.005	0.010	0.013	0.003	0.007	0.003	0.009	0.005
28 BENZO(C)FENANTREN	0.005	0.016	0.017	0.005				0.007
BENZ(A)ANTRASEN	0.038	0.045	0.051	0.025	0.041			0.050
CRYSEN/TRIFENYLEN	0.102	0.097	0.097	0.032	0.055	0.025	0.061	0.082
BENSO(B)FLUORANTEN	0.032	0.048	0.048	0.018	0.017	0.009	0.028	0.051
BENSO(J)FLUORANTEN								
BENSO(K)FLUORANTEN								
BENSO(E)PYREN	0.053	0.048	0.050	0.016	0.029	0.013	0.051	0.092
BENSO(A)PYREN		0.010	0.004					0.014
PERYLEN		0.002	0.001					0.002
INDENO(1,2,3-CD)PYREN		0.003	0.003	0.008				
DIBENZ(AC-AH)ANTRACEN		0.007	0.006	0.000				
BENZO(GHI)PERYLEN		0.012	0.010	0.007				
ANTANTREN								
CORONEN								
<b>Sum identifiserte PAH</b>	<b>0.773</b>	<b>1.047</b>	<b>0.966</b>	<b>0.238</b>	<b>0.247</b>	<b>0.132</b>	<b>0.378</b>	<b>0.604</b>
DIBENZOFURAN		0.017	0.009					
DIBENZOTHIOFEN	0.010	0.014	0.013	0.219				
CARBAZOL		0.011	0.005	0.008		0.002	0.020	
BENZO(D,E,F)DIBEZOTHIOFEN		0.009						
E-BENZOTIOAFTEN	0.028	0.027	0.031	0.014	0.022	0.007	0.022	0.042
F-BENZOFENANTRIDIN	0.006	0.009	0.005					0.007
<b>Sum identifiserte andre polisykliske org. fo (POM)</b>	<b>0.043</b>	<b>0.088</b>	<b>0.063</b>	<b>0.240</b>	<b>0.022</b>	<b>0.009</b>	<b>0.042</b>	<b>0.048</b>
<b>Totalt identifisert</b>	<b>0.869</b>	<b>1.136</b>	<b>1.029</b>	<b>0.478</b>	<b>0.269</b>	<b>0.141</b>	<b>0.420</b>	<b>0.653</b>
NAFTALEN	0.008							
2-METYLNAFTALEN	0.033							
1-METYLNAFTALEN	0.001							
2,3-DIMETYLNAFTALEN								
2,3,5-TRIMETYLNAFTALEN								
FENANTREN	0.096	0.177	0.159	0.022	0.016	0.018	0.043	0.027
3-METYLFENANTREN	0.018	0.024	0.023	0.011		0.008	0.019	0.014
2-METYLFENANTREN	0.020	0.024	0.024	0.013		0.009	0.025	0.019
4,9-METYLFENANTREN	0.011	0.017	0.012	0.007		0.006	0.015	0.013
1-METYLFENANTREN	0.014	0.016	0.018	0.009	0.016	0.007	0.015	0.015
3,6-DIMETYLFENANTREN		0.009			0.017	0.005		0.008
1,7,8-TRIMETYLFENANTREN								
DIBENZOTHIOFEN	0.010	0.014	0.013	0.219				
2-METYLDIBEZOTHIOFEN		0.010	0.006					
4,6-DIMETYLDIBENZOTHIOFEN	0.007	0.008	0.007	0.007			0.019	0.021
<b>Sum</b>	<b>0.219</b>	<b>0.299</b>	<b>0.262</b>	<b>0.288</b>	<b>0.049</b>	<b>0.063</b>	<b>0.136</b>	<b>0.117</b>

Tabell 7			
1994-746	29	30	31
Prøve	Krabbesmør A	Krabbesmør B	Sandflyndre
NAFTALEN			
2-METYLNAFTALEN			
1-METYLNAFTALEN			
BIFENYL			
<b>Sum bisykliske forb.</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
ACENAFTYLEN			
ACENAFTEN			
DIBENZOFURAN			
FLUOREN			
2-METYLFLUOREN			
1-METYLFLUOREN			
FENANTREN	0.116	0.019	
ANTRACEN			
3-METYLFENANTREN			
2-METYLFENANTREN			
2-METYLANTRACEN			
4,5-METYLENEFENANTREN			
4-9-METYLFENANTREN			
1-METYLFENANTREN			
FLUORANTEN	0.035	0.038	
BENZ(E)ACENAFTALEN			
PYREN	0.030	0.036	
ETYL-METYLFENANTREN			
BENZO(A)FLUOREN			
BENZO(B)FLUOREN			
4-METYLPYREN			
2-METYLPYREN/METYLFLUORAN			
1-METYLPYREN			
27-BENZO(GHI)FLUORANTEN			
28 BENZO(C)FENANTREN			
BENZ(A)ANTRASEN			
CRYSEN/TRIFENYLEN			
BENSO(B)FLUORANTEN			
BENSO(J)FLUORANTEN			
BENSO(K)FLUORANTEN			
BENSO(E)PYREN			
BENSO(A)PYREN			
PERYLEN			
INDENO(1,2,3-CD)PYREN			
DIBENZ(AC-AH)ANTRACEN			
BENZO(GHI)PERYLEN			
ANTANTREN			
CORONEN			
<b>Sum identifiserte PAH</b>	<b>0.181</b>	<b>0.093</b>	<b>0.000</b>
DIBENZOFURAN			
DIBENZOTHIOFEN			
CARBAZOL			
BENZO(D,E,F)DIBEZOTHIOFEN			
E-BENZOTIOAFTEN			
F-BENZOFENANTRIDIN			
<b>Sum identifiserte andre polysykliske org. forb.</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
(POM)			
<b>Totalt identifisert</b>	<b>0.181</b>	<b>0.093</b>	<b>0.000</b>
NAFTALEN			
2-METYLNAFTALEN			
1-METYLNAFTALEN			
2,3-DIMETYLNAFTALEN			
2,3,5-TRIMETYLNAFTALEN			
FENANTREN	0.116	0.019	
3-METYLFENANTREN			
2-METYLFENANTREN			
4-9-METYLFENANTREN			
1-METYLFENANTREN			
3,6-DIMETYLFENANTREN			
1,7,8-TRIMETYLFENANTREN			
DIBENZOTHIOFEN			
2-METYLDIBEZOTHIOFEN			
4,6-DIMETYLDIBENZOTHIOFEN			
<b>Sum</b>	<b>0.116</b>	<b>0.019</b>	<b>0.000</b>

## Vedlegg

### **Analysemetode for bestemmelse av polisykliske aromatiske hydrokarboner, PAH, og polyklorerte bifenyler, PCB i biologisk materiale.**

Prøven ble oppbevart i dypfryser til analysen ble utført.

Prøven ble homogenisert (planter, marintmateriale) og en del tatt ut til analyse, og en del til tørrstoff-bestemmelse.

Det ble tilsatt en intern standard for hver av de to analysene og prøven ble forsåpet med 2M KOH i metanol:vann, til fullstendig nedbryting av materialet.

PAH- og PCB-forbindelsene ble ekstrahert ut av lutfasen med cykloheksan.

Ekstraktet ble delt i 2.

#### **PAH-analysen**

Cykloheksanekstraktet ble rensert opp med væske:væske ekstraksjon (DMF:vann), og tilbake-ekstrahert i cykloheksan.

Cykloheksanekstraktet ble dampet forsiktig inn, tørket med natriumsulfat og analysert på en gasskromatograf med masseselektiv detektor (GC/MS).

De enkelte PAH-forbindelsene ble identifisert ved å registrere forbindelsenens spesifikke ion (SIM) innenfor et bestemt tidsintervall. De enkelte PAH-forbindelsene ble kvantifisert ved hjelp av en PAH-standard og de tilsatte indre standarder. Samtidig med hver prøveserie ble det analysert en tjærestandard og en standard med noen innveide PAH-forbindelser.

#### **PCB-analysen**

Cykloheksanekstraktet ble dampet ytterligere inn og behandlet med svovelsyre.

Ekstraktet ble analysert på en gasskromatograf med electron capture detektor.

De enkelt PCB-congenere ble identifisert og kvantifisert ved hjelp av en standardblanding med de aktuelle congenere og de tilsatte indre standarder

SINTEF  
23.12.94

GTV



Noteby  
Boks 9810 Ila  
0132 Oslo

Att.: Ola Bruskeland

**SINTEF Oslo**

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

Besøksadresse/Location:  
Forskningsveien 1

Telefon/Telephone:  
+47 22 06 73 00

Telefax:  
+47 22 06 73 50

Telex:  
71 536 SI N

Enterprise nr.: 948007029

## Rapport

Deres ref.:

Vår ref.:  
611.1-3/alk/7-1

Direkte innvalg:  
22067981

Oslo,  
1995-06-23

Oppdrag nr.:  
270243.81

Prøveserie.:  
1994-745

Oppdragets tittel:

**ANALYSE AV PAH OG PCB I BLÅSKJELL FRA NITRIDEN / ARENDAL.**

### Innledning

Prøvene ble mottatt 11.11.94 for analyse av PAH og PCB.  
Det ble mottatt 28 skjellprøver og 3 fiskeprøver til analyse.

### Eksperimentelt

Prøvene ble opparbeidet og analysert etter vår metode for analyse av PAH og PCB i biologiske prøver.  
Analysemetoden er vedlagt.

### Resultat og diskusjon

Resultatene er gitt i Tabell 1 til 6.

Deteksjonsgrensen for de enkelte PAH-forbindelsene var 0,002-0,008 µg/g tørt materiale.  
Deteksjonsgrensen for PCB-kongenerer var 0,05-0,3 µg/g tørt materiale.

Ved kvantifisering av PCB-kongenerene benyttes i vår metode normalt to ulike interne standarder (PCB-30 og PCB-204). Disse er representative for henholdsvis det lavklorerte og høyklorerte området i kromatogrammet. De interne standardene skal korrigerer for gjenvinning ved opparbeidningen og for matriks-effekter ved den gasskromatografiske analysen. I 5 av prøvene var arealet av den interne standarden, som ble benyttet til kvantifisering av PCB-101 til PCB-209 vesentlig lavere enn forventet. Disse prøvene ble merket med "(\*)" i Tabell 1.

At kun den interne standarden og ikke de øvrige forbindelsene i det aktuelle kromatografiske området skulle diskrimineres, lar seg vanskelig forklare. Prøvene ble analysert

gasskromatografisk på nytt, men forholdet mellom den interne standarden og de aktuelle komponentene forble uendret.

Etter avtale ble samtlige prøver kalibrert på nytt med kun PCB-30 som intern standard. Disse resultatene er gitt i Tabell 2.

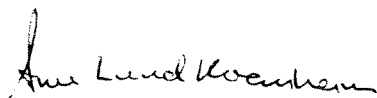
I 7 av blåskjell-prøvene var det dårlig separasjon av PCB-28 og -31. Dette skyldes trolig en bakgrunn av ukjent organisk stoff, som medfører at disse resultatene sannsynligvis er for høye.

Konsentrasjonen av PCB-156 i blåskjell-prøvene og i prøven av sandflyndre var høyere enn forventet i forhold til konsentrasjonen av de øvrige PCB-kongenerene i disse prøvene.

Identifiseringen av PCB-kongener ved bruk av en GC/ECD-metode baseres kun på sammenlikning av kromatografisk retensjonstid. I de nevnte prøvene dekkes trolig PCB-156 av en ukjent forbindelse med samme kromatografiske egenskaper, slik at dette resultatet sannsynligvis er for høyt.

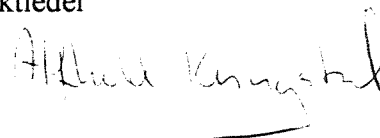
Med hilsen

SINTEF Industriell kjemi, Seksjon for Miljøteknologi og analyse



Arne Lund Kvernheim  
Laboratorieleder

for  
Grete Tveten  
Prosjektleder



Vedlegg:     Analysemetode  
              3 Tabeller  
              4 Tabeller med resultater av PAH-enkeltforbindelser .

Kopi til:     Niva  
              Postboks 173 Kjelsås  
              0411 Oslo  
              Aud Helland

### Spesielle betingelser

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

Tabell 1

Innhold av sum PAH og sum utvalgte NPD-forbindelser i biologisk materiale.  
 Resultatene er gitt i  $\mu\text{g/g}$  tørt materiale.

Prøve	Serie nr	Tørrstoff	Fett	Sum PAH	Sum utvalgte NPD-forb.
Stasjon/Rigg nr.	1994-745	%	%	$\mu\text{g/g}$ tørt materiale	
2	1	19	1,6	0,23	0,03
3	2	20	2,3	0,41	0,15
4	3	16	1,7	0,38	0,14
5	4	19	1,7	0,40	0,16
6	5	18	1,5	0,57	0,16
8 *	28	14	1,0	0,50	0,12
9	7	19	1,9	0,59	0,15
10	8	18	2,0	0,60	0,16
11	9	18	2,1	1,23	0,38
12	10	20	1,8	0,41	0,15
13	11	22	2,5	0,33	0,11
15	12	20	2,3	0,27	0,09
16	13	17	1,8	0,17	0,01
19	14	20	2,0	0,31	0,12
20 *	15	21	2,1	0,18	0,10
21	16	21	1,8	0,08	0,02
22A	17	18	1,6	0,11	0,06
22B	18	18	1,7	0,20	0,13
22C	19	21	2,2	0,37	0,07
23	20	21	2,5	0,20	0,22
24	21	19	2,0	0,77	0,30
25	22	19	1,8	1,05	0,26
26	23	20	2,3	0,97	0,29
27	24	21	2,2	0,24	0,29
Ref. SV i sundet *	25	17	1,8	0,25	0,05
Ref. NØ i sundet	26	20	2,0	0,13	0,05
Årets juvenile st.5 *	27	23	2,7	0,38	0,14
Årets juvenile st.8	6	24	3,9	0,46	0,49
Fiskeprøver					
Krabbesmør A	29	20	17	0,18	0,12
Krabbesmør B	30	21	5,1	0,09	0,02
Sandflyndre *	31	20	0,6	i.p.	i.p.

i.p. = ikke påvist

**Tabell 2**
**side 1 av 2**

Innholdet av utvalgte PCB-kongenere (IUPAC-nr.), pentaklorbenzen (5CB), hexaklorbenzen (HCB) og oktaklorstyren (OCS) i blåskjell, krabbesmør og sandflyndre (1994-745).

Resultatene er angitt i ng/g tørt materiale.

L. nr.	Prøve stasj./riggnr	pcb-31	pcb-28	pcb-52	pcb-101	pcb-118	pcb-153	pcb-105	pcb-138	pcb-156	pcb-180	pcb-209	5CB	HCB	OCS
1	2	0,4	0,4	1	2	2	2	0,2	2	4**	≤0,2	i.p.	0,08	0,1	i.p.
2	3	4*		0,8	2	2	4	0,8	2	4**	≤0,2	≤0,1	0,08	0,1	i.p.
3	4	2*		0,8	2	2	4	0,8	4	6**	≤0,2	≤0,1	0,08	i.p.	i.p.
4	5	2*		0,8	2	2	2	0,6	2	8**	≤0,2	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
5	6	2*		0,8	2	2	2	0,6	2	8**	≤0,2	i.p.	0,1	i.p.	i.p.
28	8	i.p.	i.p.	0,6	1	1	2	0,4	2	10**	i.p.	i.p.	0,08	i.p.	i.p.
7	9	4*		1	2	2	1	0,8	2	4**	0,4	0,2	0,1	0,1	i.p.
8	10	4*		1	2	2	4	1	4	4**	0,4	0,1	0,1	0,1	i.p.
9	11	≤0,2	0,4	1	1	2	4	1	4	6**	0,4	0,2	0,2	0,1	i.p.
10	12	i.p.	≤0,2	0,8	2	2	4	0,8	2	4**	0,4	0,2	0,1	i.p.	i.p.
11	13	≤0,2	≤0,2	0,6	2	2	2	0,6	2	0,6**	≤0,2	i.p.	0,08	i.p.	i.p.
12	15	1	1	0,6	2	2	4	0,6	2	2**	i.p.	i.p.	0,08	i.p.	i.p.
13	16	≤0,2	≤0,2	0,8	2	2	4	0,8	4	2**	≤0,2	i.p.	0,1	i.p.	i.p.
14	19	i.p.	i.p.	0,8	2	2	4	0,8	2	2**	≤0,2	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
15	20	≤0,2	≤0,2	0,8	2	1	4	0,6	2	1**	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
16	21	i.p.	i.p.	0,6	1	1	2	0,4	2	i.p.	i.p.	i.p.	0,08	i.p.	i.p.
17	22A	i.p.	i.p.	0,6	1	1	2	0,4	2	0,8**	i.p.	i.p.	0,1	i.p.	i.p.
18	22B	≤0,2	≤0,2	0,8	2	2	2	0,6	2	2**	i.p.	i.p.	0,1	i.p.	i.p.
19	22C	≤0,2	≤0,2	2	4	4	4	2	4	0,6**	≤0,2	i.p.	0,08	i.p.	i.p.
20	23	≤0,2	≤0,2	1	2	4	6	1	4	1**	0,4	i.p.	0,08	i.p.	i.p.

i.p. =ikke påvist

\* = summen av PCB-31 og PCB-28. Noe usikker kvantifisering p.g.a. dårlig separasjon.

\*\* = Forbindelsen er sannsynligvis dekket av en annen forbindelse, slik at resultatet er for høyt

**Tabell 2**  
 side 2 av 2

Innholdet av utvalgte PCB-kongenere (IUPAC-nr.), pentaklorbenzen (5CB), hexaklorbenzen (HCB) og oktaklorstyren (OCS) i blåskjell, krabbesmør og sandflyndre (1994-745).

Resultatene er angitt i ng/g tørt materiale.

L. nr.	Prøve stasj./riggnr	pcb-31	pcb-28	pcb-52	pcb-101	pcb-118	pcb-153	pcb-105	pcb-138	pcb-156	pcb-180	pcb-209	5CB	HCB	OCS
21	24	0,4	0,4	4	8	10	8	4	8	6**	0,6	i.p.	0,1	i.p.	0,1
22	25	≤0,2	≤0,2	2	6	6	6	2	6	6**	0,4	i.p.	0,1	i.p.	i.p.
23	26	≤0,2	0,4	2	6	6	6	2	6	6**	0,4	i.p.	0,1	i.p.	i.p.
24	27	i.p.	i.p.	0,6	1	1	2	0,6	1	6**	i.p.	i.p.	0,1	i.p.	i.p.
25	Ref. SV	≤0,2	≤0,2	1	1	2	4	0,8	1	14**	i.p.	i.p.	0,1	i.p.	i.p.
26	Ref.NØ	i.p.	i.p.	i.p.	1	1	2	0,4	2	6**	i.p.	i.p.	0,06	i.p.	i.p.
27	Årets juv. st.5	0,4	0,4	1	1	1	2	0,6	2	20**	i.p.	i.p.	0,1	0,1	i.p.
6	Årets juv. st.8	6*		1	1	1	2	0,4	2	6**	i.p.	i.p.	0,1	0,2	i.p.
29	Krabbesm.A	1	2	0,6	10	42	88	16	74	6	18	2	1	6	0,8
30	Krabbesm.B	≤0,2	0,6	i.p.	4	14	32	4	28	1	6	0,4	0,4	1	0,2
31	Sandflyndre	i.p.	i.p.	0,6	1	4	10	1	6	10	2	i.p.	0,1	i.p.	i.p.
Deteksjonsgrense		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	0,2	0,1	0,06	0,1	0,1

i.p. =ikke påvist

\* = summen av PCB-31 og PCB-28. Noe usikker kvantifisering p.g.a. dårlig separasjon.

\*\* = Forbindelsen er sannsynligvis dekket av en annen forbindelse, slik at resultatet er for høyt

Tabell 3										
1994-745	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prøve stasjon	Nr.2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	Nr.6	Nr.8	Nr.9	Nr.10	Nr.11	Nr.12
NAFTALEN										
2-METYLNAFTALEN										
1-METYLNAFTALEN										
BIFENYL										
<b>Sum identifiserte bisykliske forb.</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
ACENAFTYLEN										
DIBENZOFURAN										
2-METYLFLOUREN										
1-METYLFLOUREN										
FENANTREN	0.025	0.038	0.061	0.031	0.061	0.027	0.047	0.049	0.071	0.035
ANTRACEN		0.017	0.009	0.013	0.010			0.013	0.017	0.001
3-METYLFENANTREN		0.013	0.013	0.018	0.017	0.014	0.016	0.021	0.034	0.016
2-METYLFENANTREN		0.013	0.011	0.020	0.027	0.019	0.020	0.020	0.046	0.019
2-METYLANTRACEN										
4,5-METYLENEFENANTREN		0.023		0.012				0.018	0.018	
4-9-METYLFENANTREN		0.024	0.032	0.016	0.012	0.013	0.021	0.021	0.048	0.006
1-METYLFENANTREN		0.026	0.022	0.026	0.017	0.015	0.028	0.023	0.045	0.017
FLUORANTEN	0.046	0.056	0.053	0.047	0.094	0.052	0.113	0.108	0.205	0.063
BENZ(E)ACENAFTALEN										
PYREN	0.037	0.059	0.038	0.054	0.078	0.052	0.091	0.095	0.153	0.055
ETYL-METYLFENANTREN						0.007				
BENZO(A)FLUOREN									0.014	0.008
BENZO(B)FLUOREN									0.033	0.015
4-METYLPYREN										
2-METYLPYREN/METYLFLOUREN									0.034	
1-METYLPYREN									0.017	0.012
27-BENZO(GHI)FLUORANTEN					0.006	0.005			0.026	0.007
28-BENZO(C)FENANTREN					0.010	0.007			0.021	0.007
BENZ(A)ANTRESEN	0.030	0.033	0.017	0.036	0.059	0.050	0.052	0.043	0.076	0.037
CRYSEN/TRIFENYLEN	0.053	0.071	0.047	0.075	0.108	0.082	0.112	0.103	0.221	0.062
BENSO(B)+(J)+(K)FLUORANTEN	0.020	0.015	0.029	0.007	0.028	0.051	0.035	0.026	0.063	0.022
BENSO(E)PYREN	0.017	0.016	0.048	0.039	0.047	0.092	0.052	0.055	0.095	0.027
BENSO(A)PYREN						0.014				
PERYLEN						0.002				
INDENO(1,2,3-CD)PYREN										
DIBENZ(AC-AD)ANTRACEN										
BENZO(GHI)PERYLEN										
ANTANTREN										
CORONEN										
<b>Sum identifiserte PAH</b>	<b>0.228</b>	<b>0.408</b>	<b>0.381</b>	<b>0.396</b>	<b>0.573</b>	<b>0.504</b>	<b>0.588</b>	<b>0.595</b>	<b>1.234</b>	<b>0.409</b>
DIBENZOFURAN										
DIBENZOTHIOFEN										
CARBAZOL			0.026	0.035			0.011		0.021	0.021
BENZO(D,E,F)DIBENZOTHIOFEN										
E-BENZOTIOPHTALEN					0.049	0.042			0.086	0.030
F-BENZOFENANTRIDIN					0.010	0.007			0.020	
<b>Sum identifiserte andre polysykliske org forb.</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.026</b>	<b>0.035</b>	<b>0.059</b>	<b>0.048</b>	<b>0.011</b>	<b>0.000</b>	<b>0.126</b>	<b>0.050</b>
(POM)										
<b>Total identifisert</b>	<b>0.228</b>	<b>0.408</b>	<b>0.406</b>	<b>0.432</b>	<b>0.632</b>	<b>0.553</b>	<b>0.599</b>	<b>0.595</b>	<b>1.361</b>	<b>0.459</b>
NAFTALEN										
2-METYLNAFTALEN										
1-METYLNAFTALEN										
2,3-DIMETYLNAFTALEN										
2,3,5-TRIMETYLNAFTALEN										
FENANTREN	0.025	0.038	0.061	0.031	0.061	0.027	0.047	0.049	0.071	0.035
3-METYLFENANTREN		0.019	0.013	0.018	0.017	0.014	0.016	0.021	0.034	0.016
2-METYLFENANTREN		0.013	0.011	0.020	0.027	0.019	0.020	0.020	0.046	0.019
4-9-METYLFENANTREN		0.024	0.032	0.016	0.012	0.013	0.021	0.021	0.048	0.006
1-METYLFENANTREN		0.026	0.022	0.026	0.017	0.015	0.028	0.023	0.045	0.017
3,6-DIMETYLFENANTREN					0.009	0.008			0.026	0.019
1,7,8-TRIMETYLFENANTREN										
DIBENZOTHIOFEN										
2-METYLDIBENZOTHIOFEN				0.016			0.019	0.021	0.029	0.012
4,6-DIMETYLDIBENZOTHIOFEN		0.025		0.027	0.017	0.021			0.083	0.027
<b>Sum</b>	<b>0.025</b>	<b>0.145</b>	<b>0.141</b>	<b>0.155</b>	<b>0.160</b>	<b>0.117</b>	<b>0.151</b>	<b>0.155</b>	<b>0.381</b>	<b>0.152</b>

Tabell 4										
1994-745	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Prøvestasjon	Nr.13	Nr.15	Nr.16	Nr.19	Nr.20	Nr.21	Nr.22A	Nr.22B	Nr.22C	Nr.23
NAFTALEN										
2-METYLNAFTALEN										
1-METYLNAFTALEN										
BIFENYL										
<b>Sum identifiserte bisykliske forb.</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
ACENAFTYLEN										
ACENAFTEN										
FLUOREN	0.004									
2-MEYLFUOREN										
1-METYLFUOREN										
FENANTREN	0.025	0.020	0.011	0.019	0.020	0.009	0.016	0.026	0.059	0.024
ANTREACEN	0.006	0.006			0.015				0.007	0.005
3-METYLFENANTREN	0.018	0.014		0.017	0.009	0.005		0.009	0.016	0.012
2-METYLFENANTREN	0.022	0.017		0.022	0.006	0.008		0.010	0.019	0.013
2-METYLANTRACEN	0.005									
4,5-METYLENEFENANTREN	0.004								0.005	0.005
4,9-METYLFENANTREN	0.002	0.015		0.022	0.008			0.008	0.010	0.007
1-METYLFENANTREN	0.017	0.016		0.023	0.009			0.010	0.015	0.010
FLUORANTEN	0.051	0.040	0.029	0.047	0.054	0.023	0.034	0.045	0.089	0.003
BENZ(E)ACENAFTALEN										
PYREN	0.043	0.034	0.027	0.038	0.056	0.016	0.022	0.033	0.054	0.030
ETYL-MEYLFENANTREN										
BENZO(A)FLUOREN	0.008			0.005					0.004	0.004
BENZO(B)FLUOREN				0.008					0.002	0.006
4-METYLPYREN										
2-METYLPYREN/METYLFUOREN	0.011			0.013					0.006	0.005
1-METYLPYREN	0.005			0.004					0.007	0.005
27-BENZO(GH)FLUORANTEN	0.006	0.004		0.003				0.006	0.006	
28-BENZO(C)FENANTREN	0.006	0.004		0.006				0.003	0.006	
BENZ(A)ANTRASEN	0.022	0.015	0.022	0.018			0.013	0.008	0.002	0.014
CRYSEN/TRIFENYLEN	0.034	0.025	0.045	0.037			0.020	0.023	0.044	0.027
BENZO(B)+(J)+(K)FLUORANTEN	0.020	0.005	0.010	0.008		0.007		0.007	0.006	0.015
BENSO(E)PYREN	0.024	0.016	0.025	0.020		0.008		0.013	0.017	0.014
BENSO(A)PYREN	0.003									
PERYLEN										
INDENO(1,2,3-CD)PYREN		0.023								
DIBEN(AC-AH)ANTRACEN										
BENZO(GH)PERYLEN		0.015								
ANTANTREN										
CORONEN										
<b>Sum identifiserte PAH</b>	<b>0.333</b>	<b>0.272</b>	<b>0.170</b>	<b>0.309</b>	<b>0.177</b>	<b>0.077</b>	<b>0.105</b>	<b>0.200</b>	<b>0.372</b>	<b>0.198</b>
DIBENZOFURAN										
DIBENZOTHIOFEN										
CARBAZOL		0.004							0.013	
4-METYLPYREN										
E-BENZOTIONAFTEN	0.015	0.005		0.007				0.008	0.012	
F-BENZOFENANTRIDIN	0.002			0.003					0.003	
<b>Sum identifiserte andre polysykliske org.forb.</b>	<b>0.017</b>	<b>0.010</b>	<b>0.000</b>	<b>0.010</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.008</b>	<b>0.028</b>	<b>0.000</b>
(POM)										
<b>Total identifisert</b>	<b>0.350</b>	<b>0.282</b>	<b>0.170</b>	<b>0.319</b>	<b>0.177</b>	<b>0.077</b>	<b>0.105</b>	<b>0.208</b>	<b>0.400</b>	<b>0.198</b>
NAFTALEN										
2-METYLNAFTALEN										
1-METYLNAFTALEN										
2,3-DIMETYLNAFTALEN										
2,3,5-TRIMETYLNAFTALEN										
FENANTREN	0.025	0.020	0.011	0.019	0.021	0.009	0.016	0.026	0.059	0.024
3-METYLFENANTREN	0.018	0.014		0.017	0.009	0.005		0.009	0.016	0.012
2-METYLFENANTREN	0.022	0.017		0.022	0.006	0.008		0.010	0.019	0.013
FLUORANTEN	0.002	0.015		0.022	0.054			0.008	0.010	0.007
1-METYLFENANTREN	0.017	0.018		0.023	0.009			0.010	0.015	0.010
3,6-DIMETYLFENANTREN	0.011	0.004		0.008					0.004	0.003
1,7,8-TRIMETYLFENANTREN										
DIBENZOTHIOFEN									0.005	0.003
2-METYLDIBENZOTHIOFEN		0.004							0.004	
4,6-DIMETYLDIBENZOTHIOFEN	0.012	0.005		0.011					0.003	0.003
<b>Sum</b>	<b>0.105</b>	<b>0.097</b>	<b>0.011</b>	<b>0.121</b>	<b>0.099</b>	<b>0.022</b>	<b>0.016</b>	<b>0.062</b>	<b>0.133</b>	<b>0.074</b>

Tabell 5								
1994-745	21	22	23	24	25	26	27	28
Prøve-stasjon	Nr.24	Nr.25	Nr.26	Nr.27	SV i sundet	NØ i sundet	St.5	St.8
NAFTALEN	0.008							
2-METYLNAFTALEN	0.033							
1-METYLNAFTALEN	0.001							
BIFENYL								
<b>Sum identifiserte bisykliske forb.</b>	<b>0.043</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
ACENAFTYLEN								
ACENAFTEN	0.014	0.006	0.006					
FLUOREN	0.010	0.010	0.010					
2-METYLFLUOREN								
1-METYLFLUOREN			0.004					
FENANTREN	0.096	0.177	0.159	0.022	0.016	0.018	0.043	0.067
ANTRACEN	0.009	0.015	0.014	0.003				0.009
3-METYLFENANTREN	0.018	0.024	0.023	0.011		0.008	0.019	0.021
2-METYLFENANTREN	0.020	0.024	0.024	0.013		0.009	0.025	0.026
2-METYLANTRACEN	0.011		0.003					0.004
4,5-METYLENEFENANTREN	0.006	0.008	0.010					
4-9-METYLFENANTREN	0.011	0.017	0.012	0.007		0.006	0.015	0.019
1-METYLFENANTREN	0.014	0.016	0.018	0.009	0.016	0.007	0.015	0.019
FLUORANTEN	0.181	0.255	0.216	0.032	0.036	0.019	0.060	0.085
BENZ(E)ACENAFTALEN								
PYREN	0.108	0.138	0.117	0.024	0.030	0.016	0.054	0.069
ETYL-METYL-FENANTREN	0.015	0.023	0.019	0.004				
BENZO(A)FLUOREN	0.004	0.006	0.010					
BENZO(B)FLUOREN	0.004	0.005	0.004					
4-METYLPYREN								
2-METYLPYREN/METYLFLUORAN	0.010	0.011	0.010					
1-METYLPYREN	0.005	0.004	0.003					
27-BENZO(GH)FLUORANTEN	0.005	0.010	0.013	0.003	0.007	0.003	0.009	
28 BENZO(C)FENANTREN	0.005	0.016	0.017	0.005				
BENZ(A)ANTRASEN	0.038	0.045	0.051	0.025	0.041			0.004
CRYSEN/TRIFENYLEN	0.102	0.097	0.097	0.032	0.055	0.025	0.061	0.072
BENSO(B)+(J)+(K)FLUORANTEN	0.032	0.048	0.048	0.018	0.017	0.009	0.028	0.010
BENSO(E)PYREN	0.053	0.048	0.050	0.016	0.029	0.013	0.051	0.043
BENSO(A)PYREN		0.010	0.004					0.011
PERYLEN		0.002	0.001					
INDENO(1,2,3-CD)PYREN		0.003	0.003	0.008				
DIBENZ(AC-AH)ANTRACEN		0.007	0.006	0.000				
BENZO(GH)PERYLEN		0.012	0.010	0.007				
ANTANTREN								
CORONEN								
<b>Sum identifiserte PAH</b>	<b>0.773</b>	<b>1.037</b>	<b>0.960</b>	<b>0.238</b>	<b>0.247</b>	<b>0.132</b>	<b>0.378</b>	<b>0.460</b>
DIBENZOFURAN		0.017	0.009					
DIBENZOTHIOFEN	0.010	0.014	0.013	0.219				
CARBAZOL		0.011	0.005	0.008		0.002	0.020	
BENZO(D,E,F)DIBENZOTHIOFEN		0.009						
E-BENZOTIENNAFTEN	0.028	0.027	0.031	0.014	0.022	0.007	0.022	
F-BENZOFENANTRIDIN	0.006	0.009	0.005					
<b>Sum identifiserte andre polysykliske org. fo</b>	<b>0.043</b>	<b>0.088</b>	<b>0.063</b>	<b>0.240</b>	<b>0.022</b>	<b>0.009</b>	<b>0.042</b>	<b>0.000</b>
(POM)								
<b>Totalt identifisert</b>	<b>0.859</b>	<b>1.124</b>	<b>1.023</b>	<b>0.478</b>	<b>0.269</b>	<b>0.141</b>	<b>0.420</b>	<b>0.460</b>
NAFTALEN	0.008							
2-METYLNAFTALEN	0.033							
1-METYLNAFTALEN	0.001							
2,3-DIMETYLNAFTALEN								
2,3,5-TRIMETYLNAFTALEN								
FENANTREN	0.096	0.177	0.159	0.022	0.016	0.018	0.043	0.067
3-METYLFENANTREN	0.018	0.024	0.023	0.011		0.008	0.019	0.021
2-METYLFENANTREN	0.020	0.024	0.024	0.013		0.009	0.025	0.026
4-9-METYLFENANTREN	0.011	0.017	0.012	0.007		0.006	0.015	0.019
1-METYLFENANTREN	0.014	0.016	0.018	0.009	0.016	0.007	0.015	0.019
3,6-DIMETYLFENANTREN		0.009			0.017	0.005		
1,7,8-TRIMETYLFENANTREN								0.302
DIBENZOTHIOFEN	0.010	0.014	0.013	0.219				
2-METYLDIBENZOTHIOFEN		0.010	0.006					
4,6-DIMETYLDIBENZOTHIOFEN	0.007	0.008	0.007	0.007			0.019	0.031
<b>Sum</b>	<b>0.219</b>	<b>0.299</b>	<b>0.262</b>	<b>0.288</b>	<b>0.049</b>	<b>0.063</b>	<b>0.135</b>	<b>0.485</b>



Tabell 6			
1994-745	29	30	31
Prøve	Krabbesmør A	Krabbesmør B	Sandflyndre
NAFTALEN			
2-METYLNAFTALEN			
1-METYLNAFTALEN			
BIFENYL			
<b>Sum bisykliske forb.</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
ACENAFTYLEN			
ACENAFTEN			
DIBENZOFURAN			
FLUOREN			
2-METYLFLUOREN			
1-METYLFLUOREN			
FENANTREN	0.116	0.019	
ANTRACEN			
3-METYLFENANTREN			
2-METYLFENANTREN			
2-METYLANTRACEN			
4,5-METYLENEFENANTREN			
4-9-METYLFENANTREN			
1-METYLFENANTREN			
FLUORANTEN	0.035	0.038	
BENZ(E)ACENAFTALEN			
PYREN	0.030	0.036	
ETYL-METYLFENANTREN			
BENZO(A)FLUOREN			
BENZO(B)FLUOREN			
4-METYLPYREN			
2-METYLPYREN/METYLFLUORAN			
1-METYLPYREN			
27-BENZO(GH)FLUORANTEN			
28-BENZO(C)FENANTREN			
BENZ(A)ANTRASEN			
CRYSEN/TRIFENYLEN			
BENSO(B)+(J)+(K)FLUORANTEN			
BENSO(E)PYREN			
BENSO(A)PYREN			
PERYLEN			
INDENO(1,2,3-CD)PYREN			
DIBENZ(AC-AH)ANTRACEN			
BENZO(GH)PERYLEN			
ANTANTREN			
CORONEN			
<b>Sum identifiserte PAH</b>	<b>0.181</b>	<b>0.093</b>	<b>0.000</b>
DIBENZOFURAN			
DIBENZOTHIOFEN			
CARBAZOL			
BENZO(D,E,F)DIBENZOTHIOFEN			
E-BENZOTIAFTEN			
F-BENZOFENANTRIDIN			
<b>Sum identifiserte andre polisykliske org. forb.</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
(POM)			
<b>Totalt identifisert</b>	<b>0.181</b>	<b>0.093</b>	<b>0.000</b>
NAFTALEN			
2-METYLNAFTALEN			
1-METYLNAFTALEN			
2,3-DIMETYLNAFTALEN			
2,3,5-TRIMETYLNAFTALEN			
FENANTREN	0.116	0.019	
3-METYLFENANTREN			
2-METYLFENANTREN			
4-9-METYLFENANTREN			
1-METYLFENANTREN			
3,6-DIMETYLFENANTREN			
1,7,8-TRIMETYLFENANTREN			
DIBENZOTHIOFEN			
2-METYLDIBENZOTHIOFEN			
4,6-DIMETYLDIBENZOTHIOFEN			
<b>Sum</b>	<b>0.116</b>	<b>0.019</b>	<b>0.000</b>



**SINTEF**

**SINTEF**

Address: Postboks 124 Blindern,  
N-0314 Oslo, NORWAY

Location: Forskningsveien 1

Phone: +47 22 06 73 00

Fax: +47 22 06 73 50

Telex: 71 536 SIN

Enterprise No.: 948007029

**TELEFAX**

TIL/TO

**NIVA**

ATT.

**Aud Helland/Torgeir Bakke**

FAX NR./FAX NO.

**37044513**

DATO/DATE

**1995-01-19**

FRA/FROM

**A.Kringstad**

SIDER INKL. DENNE/PAGES INCL. THIS

**3**

PROSJEKTNR. - SAK/PROJECT NO. - SUBJECT

**Analyseresultater**

BESKJED/MESSAGE:

Oversender resultater av PAH- og PCB-analyser av ål og krabbesmør som avtalt.

Rapporten blir oversendt pr. post.

Med hilsen

Alfhild Kringstad

Tabell 1

Innholdet av utvagne PCB-kongenerer (IUPAC-nr.), pentaklorbenzen (SCB), hexaklorbenzen (HCB) og oktaklorstyren (OCS) i ål og krabbesmør (1994-745).

Resultatene er angitt i ng/g tørt materiale.

L. nr.	Prøve stasj./rignnr.	pcb-31	pcb-28	pcb-52	pcb-101	pcb-118	pcb-153	pcb-105	pcb-138	pcb-156	pcb-180	pcb-209	SCB	HCB	OCS
32	Ål Heggedal	0,2	0,4	2	2	6	11	3	9	1	2	0,3	<0,1	1	≤0,1
33	Krabbesmør, Uglاند/Buøy	1	1	0,6	7	31	51	13	46	5	10	6	0,4	3	0,5
34	Krabbesmør, Heggedalsfj. Deteksjonsgrense	0,6	0,9	0,4	3	17	29	7	24	3	7	3	0,3	2	0,6
		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1

Tabell 2

Sum PAH og PCB i ål og krabbesmør (1994-745).

Resultatene er angitt i µg/g tørt materiale.

L. nr.	Prøve stasj./rignnr.	% tørrstoff	% fett våtvektstb.	ΣPAH	ΣPCB
32	Ål Heggedal	28,5	15,4	0,11	0,04
33	Krabbesmør, Uglاند/Buøy	24,3	28,5	6,2	0,18
34	Krabbesmør, Heggedalsfj.	25,6	26,9	0,04	0,10

## PAHTAB-1.xls

Tabell: Bisykliske og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), og andre polysykliske organiske forbindelser (POM). 1994-745

L.nr.	33	34	32
<b>PRØVE:</b>	Krabbesmørkrabbesmør A		
<b>Enhet:</b>	µg/g tørt materiale	Ugland/buøy	Heggedal
1 Naftalen	0.030	0.05	.....
2 2-Metylnaftalen	.....	0.05	.....
3 1-Metylnaftalen	.....	0.03	.....
4 Bifenyl	.....	0.03	.....
<b>Sum identifiserte bisykliske</b>	<b>0.030</b>	<b>0.16</b>	
5 Acenaftalen	0.010	0.02	.....
6 Acenaften	0.005	0.12	.....
7 Fluoren	.....	0.20	.....
8 2-Metylfluoren	.....	.....	.....
9 1-Metylfluoren	.....	0.06	.....
10 Fenantren	0.010	1.30	0.02
11 Antracen	.....	0.12	.....
12 3-Metylfenantren	.....	0.10	.....
13 2-Metylfenantren	.....	0.12	.....
14 2-Metylantracen	.....	0.02	.....
15 4,5-Dimetylfenantren	.....	0.08	.....
16 4-og/eller 9-Metylfenantren	.....	0.08	.....
17 1-Metylfenantren	.....	0.13	.....
18 Fluoranten	.....	0.81	0.01
19 Benz(e)acenaftalen *	.....	0.01	.....
20 Pyren	.....	0.57	0.01
21 Etyl-metyl-fenantren *	.....	0.08	.....
22 Benzo(a)fluoren	.....	0.11	.....
23 Benzo(b)fluoren	.....	0.13	.....
24 4-Metylpyren	.....	.....	.....
25 2-Metylpyren / Metylfluorant	.....	0.04	.....
26 1-Metylpyren	.....	0.07	.....
27 Benzo(ghi)fluoranten	.....	0.02	.....
28 Benzo(c)fenantren	.....	0.05	.....
29 Cyclopenteno(cd)pyren	.....	.....	.....
30 Benz(a)antracen	0.040	0.50	.....
31 Krysen og Trifenylene	0.040	0.64	.....
32 Benzo(b)fluoranten	.....	.....	.....
33 Benzo(j)fluoranten	.....	0.31	.....
34 Benzo(k)fluoranten	.....	.....	.....
35 Benzo(e)pyren	.....	0.17	.....
36 Benzo(a)pyren	.....	0.08	.....
37 Perylen	.....	0.04	.....
38 Indeno(1,2,3-cd)pyren	.....	0.12	.....
39 Dibenz(ac / ah)antracener	.....	0.06	.....
40 Benzo(ghi)perylene	.....	0.07	.....
41 Antantren	.....	.....	.....
42 Coronen	.....	.....	.....
<b>Sum identifisert PAH</b>	<b>0.105</b>	<b>6.23</b>	<b>0.04</b>
Dibenzofuran	.....	0.14	.....
Dibenzothiofen	.....	0.12	.....
Carbazol	.....	0.05	.....
Benzo(d,e,f)dibenzotiofen *	.....	0.02	.....
Benzoionafte	.....	0.12	.....
Benzo(fen)antridin	.....	0.02	.....
Benzo(c,d)pyren-6-on	.....	.....	.....
<b>Sum identifiserte POM</b>	<b>.....</b>	<b>0.47</b>	<b>.....</b>
<b>Total sum identifisert</b>	<b>0.135</b>	<b>6.86</b>	<b>0.04</b>

Deteksjonsgrense 0.002-0.02 0.005-0.05 0.01-0.1

\* Verifisert ved tidligere MS-data. Kommersielle standarder ikke tilgjengelig.

NOTEBY as  
Postboks 9810 Ila  
0132 Oslo

Att: Ola Bruskeland

Deres ref.:

Vår ref.:  
ALK/2740

Direkte innvalg:  
22067713

Oslo,  
1995-05-19

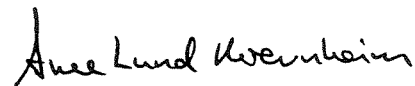
### OVERSENDELSE AV NYE RAPPORTER FOR "NITRIDEN"

Det vises til våre rapporter med oppdrag nr. 270243.81, rapportert hhv. 1995-02-14 (prøvenr. 1994-745-1..31) og 1995-01-26 (prøvenr. 1994-745-32..34).

I forbindelse med intern gjennomgang av vårt kvalitetssystem har vi oppdaget en feil som gjelder utregning av resultatene for PCB, pentaklorbenzen, heksaklorbenzen og octaklorstyren. Feilen som ble oppdaget skyldes dels en feiltolking av innmatede parametere til kromatografidatasystemet og dels en feil overføring fra rådata til rapport.

Vi oversender derfor disse rapportene på ny og ber om at de tidligere oversendte rapporter blir makkulert. Kopi av rapportene blir samtidig sendt som faks til NIVA. Originalene går med post til NOTEBY og som kopi til NIVA.

Vi beklager sterkt det intrufne og håper dette ikke vil skape komplikasjoner for den videre håndteringen av denne saken.



Arne Lund Kvernheim  
Laboratorieleder

Noteby a.s.  
Boks 9810 Ila  
0132 Oslo

Att: Ola Bruskeland

**SINTEF Oslo**

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

Besøksadresse/Location:  
Forskningsveien 1

Telefon/Telephone:  
+47 22 06 73 00

Telefax:  
+47 22 06 73 50

Telex:  
71 536 SIN

Enterprise nr.: 948007029

## Rapport

Deres ref.:  
J.nr.4161/94

Vår ref.:  
G.Tveten

Direkte innvalg:  
22067981

Oslo,  
1995-05-18

Oppdrag nr.:  
270243.81  
Prøveserie.:  
1994-745

Oppdragets tittel:

**ANALYSE AV PCB OG PAH I KRABBESMØR OG ÅL.**

### Innledning

Prøvene ble mottatt uke 51 1994. for analyse av PAH og PCB.

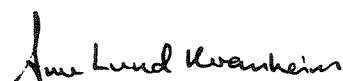
### Eksperimentelt

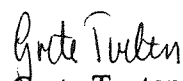
Prøvene ble opparbeidet og analysert etter vår metode for analyse av PAH og PCB i biologiske prøver. Se vedlegg til vår rapport datert 23.12.94.

### Resultat

Resultatene er gitt i Tabell 1-3.

Med hilsen  
SINTEF Industriell kjemi

  
Arne Lund Kvernheim  
Laboratorieleder  
Seksjon for Miljøteknologi og analyse

  
Grete Tveten  
Prosjektleder

Prosjektmedarbeider: A.Kringstad



Kopi til: NIVA v/ Aud Helland  
Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

### Spesielle betingelser

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

Tabell 1

Innholdet av utvagne PCB-kongenerer (IUPAC-nr.), pentaklorbenzen (SCB), hexaklorbenzen (HCB) og oktaklorstyren (OCS) i ål og krabbesmør (1994-745).

Resultatene er angitt i ng/g tørt materiale.

L. nr.	Prøve stasi./riggnr.	pcb-31	pcb-28	pcb-52	pcb-101	pcb-118	pcb-153	pcb-105	pcb-138	pcb-156	pcb-180	pcb-209	SCB	HCB	OCS
32	Ål Heggedal	0,4	0,8	3	3	12	22	6	18	2	5	0,5	≤0,2	2	≤0,2
33	Krabbesmør, Uglønd/Buøy	2	2	1	14	62	100	26	92	10	20	11	0,8	5	1
34	Krabbesmør, Heggedalsfjrd	1	2	0,8	5	34	58	14	48	6	14	5	0,6	4	1
Deteksjonsgrense		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2

Tabell 2

Sum PAH og PCB i ål og krabbesmør (1994-745).

Resultatene er angitt i µg/g tørt materiale.

L. nr.	Prøve stasi./riggnr.	% tørrstoff	% fett våtvektstb.	ΣPAH	ΣPCB
32	Ål Heggedal	28,5	15,4	0,04	0,07
33	Krabbesmør, Uglønd/Buøy	24,3	28,5	0,11	0,34
34	Krabbesmør, Heggedalsfjrd.	25,6	26,9	6,2	0,20



## Vedlegg

Analysemetode for bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH, og polyklorerte bifenyler, PCB i biologisk materiale.

Prøven ble oppbevart i dypfryser til analysen ble utført.

Prøven ble homogenisert (planter, marint-materiale) og en del tatt ut til analyse, en del til tørrstoff-bestemmelse og en del til fett-bestemmelse.

Det ble tilsatt en intern standard for hver av de to analysene og prøven ble forsåpet med 2N KOH i metanol:vann, til fullstendig nedbryting av materialet.

PAH- og PCB-forbindelsene ble ekstrahert ut av lutfasen med cykloheksan.

Ekstraktet ble delt i 2.

### PAH-analysen:

Cykloheksanekstraktet ble rensert opp med væske:væske ekstraksjon (DMF:vann), og tilbake-ekstrahert i cykloheksan.

Cykloheksanekstraktet ble dampet forsiktig inn, tørket med natriumsulfat og analysert på en gasskromatograf med masseselektiv detektor.(GC/MS).

De enkelte PAH-forbindelsene ble identifisert ved å registrere forbindelsenes spesifikke ion (SIM) innenfor et bestemt tidsintervall. De enkelte PAH-forbindelsene ble kvantifisert ved hjelp av en PAH-standard og de tilsatte indre standarder.

Samtidig med hver prøveserie ble det analysert en tjærestandard og en standard med noen innveide PAH-forbindelser.

### PCB-analysen

Cykloheksanekstraktet ble dampet ytterligere inn og behandlet med svovelsyre.

Ekstraktet ble analysert på en gasskromatograf med electron capture detektor.

De enkelte PCB-congenerer ble identifisert og kvantifisert ved hjelp av en standardblanding med de aktuelle congenere og de tilsatte indrestandarder.

SINTEF  
23.12.94

GTV.



**SINTEF**

**SINTEF**

Address: Postboks 124 Blindern,  
N-0314 Oslo, NORWAY

Location: Forskningsveien 1

Phone: +47 22 06 73 00

Fax: +47 22 06 73 50

Telex: 71 536 SIN

Enterprise No.: 948007029

**TELEFAX**

TIL/TO

NIVA

ATT.

**Aud Helland**

FAX NR./FAX NO.

22185200

DATO/DATE

1995-03-01

FRA/FROM

G.Tveten

SIDER INKL. DENNE/PAGES INCL. THIS

1

PROSJEKTNR. - SAK/PROJECT NO. - SUBJECT

Nitriden

BESKJED/MESSAGE

Usikkerheten i analysene er en sum av usikkerhet ved opparbeiding og analysen. Den anslåtte usikkerhet for PAH-analysen er  $\pm 5-25\%$ , og for PCB  $\pm <20\%$ .

Vennlig hilsen  
Grete Tveten

**VEDLEGG 7**  
**Metodebeskrivelse og analyser utført ved**  
**Landbrukets analysesenter (LA)**

## Analyserapport

K. nr: 5-604

Side 1 av 2

Prøvetype og antall prøver : Ål, krabbe, 3

Ankomstdato : 15/12-94


Utstedelsesdato : 25/1-95

kr 3250,-

### Oppdragsgiver

Navn : NIVA / Aud Helland

Adresse: Boks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

Ansvarshavendes signatur : 

K. nr: 5-604

Side 2 av 2

## Resultater

### ~~Planteproses~~

Intern nummer				15198	15199	15200					
Prøvens merking				Ål	Krabbe	Krabbe					
Parameter	Metode *	Enhet	Dato	Heggedal 21.11.74	Hylland nov. 74	Heggedal nov 74					
Cd	API	mg/kg									
T.S.	%			28,4	26,9	27,4					
Cu	ZnP/AAS	"	20/11	0,22	31,1	15,2					
Cd	ZnP/AAS	"	20/11	0,0023	1,9	1,3					
Pb	AAS	"	24/11	<0,01	0,066	0,039					
Sn	AAS	"	25/11	<0,2	<0,2	<0,2					
Hg	AAS	"	23/11	0,027	0,046	0,037					

\* API : Intern metode (oppslutning med salpetersyre/hydrogenperoksyd, bestemmelse ved elektrotermisk AAS)

ng/kg  
 tørket  
 prøve



Adresse: N- 1432 ÅS  
 Telefon: 64 94 81 18  
 Telefax: 64 94 81 20

16. JAN. 1995

**Analyserapport**

K. nr: 5-555

Side 1 av 3

Prøvetype og antall prøver : Krabbesmgr, flyndre, sediment

Ankomstdato : 24/11-94

Utstedelsesdato : 20/12-94

ref. 4160/94

nr. 2830

**Oppdragsgiver**

Navn : NIVA <sup>o</sup> / Aud Helland

Adresse: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Ansvarshavendes signatur : JAM, [Signature]

Utdrag av denne rapport kan ikke gjengis uten etter skriftlig godkjenning fra Landbrukets analysesenter.  
 Analyseresultatene gjelder kun for de tilsendte prøver.  
 Dersom ytterligere metodebeskrivelse ønskes, kontakt laboratoriet.

Adresse: N- 1432 AS  
Telefon: 64 94 81 18  
Telefax: 64 94 81 20

K. nr: 5-555

Side 2 av 3

**Resultater**

Krabbesmer, flyndre  
~~Plantepresser~~

Intern nummer				14691	14693					
Prøvens merking				Krabbe-	Sand-					
Parameter	Metode *	Enhet	Dato	smør	flyndre					
Cd	API	mg/kg								
Sn	AAS		12/12	<0,2	<0,2					
Pb	AAS		13/12	0,028	<0,005					
Cd	AAS/ICP		"	1,66	0,0011					
Cu	ICP		15/12	34,2	0,34					
Hg	AAS		20/12	0,027	0,008					
torststoff		%		22,3	20,2					

ms/kg i utøket prøve

\* API : Intern metode (oppslutning med salpetersyre/hydrogenperoksyd. bestemmelse ved elektrotermisk AAS)

Adresse: N- 1432 AS  
 Telefon: 64 94 81 18  
 Telefax: 64 94 81 20

19. OKT. 1994

## Analyserapport

K. nr: 5-403

Side 1 av 4

Prøvetype og antall prøver : Blåskjell, 10 Jord, 2

Ankomstdato : 13/9-94

Utstedelsesdato : 7/10-94

### Oppdragsgiver

Navn : NIVA v/And Helland

Adresse: Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

10.100,-  
 1720,-  


---

 11820,- ÷ 10%

Ansvarshavendes signatur : JAM, Joac Dahl



K. nr: 5-403

Side 2 av 4

## Resultater

### Jord, sedimenter og avfallsdeponier

Alle verdier er i mg/kg

Intern nummer			13354	13355					
Prøvens merking			kai sør II	Under kai					
Element	Metode *	Dato							
Na	AJ1								
K	AJ1								
Ca	AJ1								
Mg	AJ1								
P	AJ1								
S	AJ1								
Fe	AJ1								
Mn	AJ1								
Al	AJ1								
Cu	AJ1	28/9	240	165					
Zn	AJ1								
Pb	AJ1	"	125	132					
Cd	AJ1								
Ni	AJ1								
Cr	AJ1								
Co	AJ1								
V	AJ1								
Ti	AJ1								
Mo	AJ1								
Ba	AJ1								
Hg	AJ2	23/9	0,12	0,14					
Sn	<del>AJ1</del>	5/10	12,7	< 1,0					
As	AJ4								
Cd	AJ5	6/10	0,34	0,28					

\* AJ1: Intern metode (oppslutning med kongevann . bestemmelse ved ICP - AES)  
 AJ2: Intern metode (oppslutning med salpetersyre . bestemmelse ved kalddamps AAS)  
 AJ3: Intern metode (oppslutning med kongevann . bestemmelse ved elektrotermisk AAS)  
 AJ4: Intern metode (oppslutning med kongevann . bestemmelse ved hydrid AAS)  
 AJ5: Intern metode (oppslutning med kongevann . bestemmelse ved elektrotermisk AAS)

mg/kg T.S

K. nr: 5-403

Side 3 av 4

**Resultater**

Skjell  
**Plantepøver**

Intern nummer				13356	13357	13358	13359	13360	13361	13362	13363
Prøvens merking				2	9	10	15	17	19	22a	27
Parameter	Metode *	Enhet	Dato	Skilvile	Bulldavik	Bulle- vika	Nitrid- vika	Nitrid	Nitrid	Langens	Buesund
Cd	AP1	mg/kg	30/9	0,24	0,20	0,21	0,25	0,24	0,23	0,21	0,20
Hg		"	22/9	0,012	0,011	0,012	0,013	0,012	0,011	0,013	0,011
Cu		"	"	1,3	1,5	0,98	1,2	1,0	1,2	1,1	1,1
Pb		"	29/9	0,34	0,39	0,35	0,37	0,31	0,38	0,32	0,33
Sn		"	5/10	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
T.S.		%		16,0	16,0	16,3	16,7	17,0	16,3	17,3	17,8

mg/kg  
 utpørvete prøver

\* AP1 : Intern metode (opplutning med salpetersyre/hydrogenperoksyd, bestemmelse ved elektrotermisk AAS)

K. nr: 5-403

Side 4 av 4

**Resultater**

sljøll  
~~Planteprøver~~

Intern nummer				13364	13365								
Prøvens merking				Blåsjell	0-sjøll								
Parameter	Metode *	Enhet	Dato	vest for kai	steikeri -tomta								
Cd	AP1	mg/kg		0,15	0,23								
Hg		"		0,011	0,010								
Cu		"		2,2	1,2								
Pb				0,32	0,61								
Sn				<0,2	<0,2								
T.S.		%		22,6	19,8								

\* AP1 : Intern metode (oppslutning med salpetersyre/hydrogenperoksyd, bestemmelse ved elektrotermisk AAS)

## Analysereport

K. nr: 5-526

Side 1 av 3

Prøvetype og antall prøver : Blåskjell, 12 (N. huden)

Ankomstdato : 11/11-94


Utstedelsesdato : 20/12-94

### Oppdragsgiver

kr. 11280  
÷ 10%

Navn : NIVA <sup>o</sup> / And Helland

Adresse: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ansvarshavendes signatur : 

Adresse: N- 1432 AS  
Telefon: 64 94 81 18  
Telefax: 64 94 81 20

K. nr: 5-526

Side 2 av 3

**Resultater**

*Blåskjell*  
**Planteprover**

August  
↓

Intern nummer				14331	14332	14333	14334	14335	14336	14337	14338
Prøvens merking				St 2	St 5	St 8	St 9	St 10	St 15	St 16	St 19
Parameter	Metode *	Enhet	Dato		Årets yngel	Årets yngel					
Cd	API	mg/kg									
<i>Sn</i>	<i>API</i>			<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
<i>Pb</i>	<i>AAS</i>	"	13/12	0,22	0,095	0,14	0,26	0,25	0,28	0,57	0,23
<i>Cd</i>	<i>AAS</i>	"	13/12	0,28	0,27	0,37	0,30	0,26	0,30	0,34	0,35
<i>Cu</i>	<i>ICP</i>	"	15/12	1,2	2,0	2,1	1,1	1,2	1,2	1,0	1,4
<i>Hg</i>	<i>AAS</i>	"	20/12	0,007	0,005	0,007	0,009	0,010	0,009	0,011	0,007
<i>tørstoff</i>		%		19,2	22,5	23,5	18,8	17,6	19,6	16,6	20,3

*mg/kg*  
*i uterkele prøver*

\* API : Intern metode (oppslutning med salpetersyre/hydrogenperoksyd, bestemmelse ved elektrotermisk AAS)

Adresse: N- 1432 AS  
Telefon: 64 94 81 18  
Telefax: 64 94 81 20

K. nr: 5-5-26

Side 3 av 3

**Resultater**

*Blåskjell*  
**Blåskjell**

Intern nummer				14339	14340	14341	14342				
Prøvens merking				St 22A	St 27	Ref	Ref				
Parameter	Metode *	Enhet	Dato			NØ sundet	SV sundet				
Cd	API	mg/kg									
<i>Sn</i>			12/12	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2				
<i>Pb</i>				0,13	0,24	0,18	0,21				
<i>Cd</i>				0,26	0,37	0,31	0,26				
<i>Cu</i>				1,2	1,5	1,2	1,2				
<i>Hg</i>				0,008	0,009	0,010	0,012				
<i>tørstoff</i>		%		18,5	20,7	19,5	16,4				

\* API : Intern metode (oppslutning med salpetersyre/hydrogenperoksyd, bestemmelse ved elektrotermisk AAS)

LANDBRUKETS ANALYSESENTER

Adresse: N-1432 ÅS  
 Telefon: 64 94 81 18  
 Telefax: 64 94 81 20

ADD MLLLRND, NIVR  
 FAX: 22 195200

K. nr: 5-112

Side 2 av 2

Resultater

Blåskjell

~~Jord, sedimenter og vanndeponer~~

Alle verdier er i mg/kg

Intern nummer			10881	10882	10883
Prøvens merking			ST	ST	ST
Element	Metode *	Dato	24	25	26
Na	TCP	28/2	3745	2540	2520
K	"	"	1225	940	1190
Mg	"	"	700	65	595
Ca	"	"	555	491	915
Fe	"	"	195	18,9	21,1
P	"	"	1265	1060	1340
S	"	"	2250	1535	2095
Al	"	"	6,5	5,1	5,5
Cu	"	"	1,1	0,90	1,2
Mn	"	"	1,1	0,99	1,1
Zn	"	"	20,2	16,9	22,1
Pb	"	"	<0,75	<0,75	<0,75
Cd	"	"	0,18	0,23	0,26
V	"	"	<0,3	<0,3	<0,3
Ni	"	"	<0,2	<0,2	<0,2
Ti	"	"	0,15	0,16	0,19
Cr	"	"	<0,1	<0,1	<0,1
Co	"	"	<0,15	<0,15	<0,15
Ba	"	"	0,33	0,28	0,35
Mo	"	"	0,24	0,14	0,18
Hg	"	"			
Sn	"	"			
As	"	"			
Cd	"	"			
T.S	0/0	24/2	18,8	18,0	19,9

- \* Se vedlagt ark for nærmere beskrivelse av metode
- \*\* Bestemmelse hvor det er blitt benyttet underleverandør

**VEDLEGG 8**  
**Metodebeskrivelse og analyser utført ved NIVA**



## H 2-3. PAH I BIOLOGISK MATERIALE

Metoden benyttes for bestemmelse av PAH i biologisk materiale fra det vandige miljø som fisk, muslinger og krabbe. Deteksjonsgrensen avhenger av prøvemengde og prøvens konsistens. Med 20 g prøve er deteksjonsgrensen 0.2 g/kg våtvekt.

**Prinsipp:** Prøvene tilsettes indre standarder. Biologisk materiale forsåpes først med KOH/metanol. Deretter ekstraheres PAH med syklohexan. Ekstraktene gjennomgår så ulike renseprosesser for å fjerne forstyrrende stoffer. Tilslutt analyseres ekstraktet med GC/MSD. PAH identifiseres med MSD ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekylioner. Kvantifisering utføres ved hjelp av de tilsatte indre standarder.

## H 3. PCB

Metodene benyttes for bestemmelse av klororganiske komponenter i sedimenter og slam, renvann og avløpsvann samt ulike typer av biologisk materiale fra det vandige miljø. Med klororganiske komponenter menes i denne sammenheng klorpesticider og polyklorerte bifenyler (PCB).

**Prinsipp:** Prøvene tilsettes indre standard og ekstraheres med organiske løsemidler. Ekstraktene gjennomgår ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer. Tilslutt analyseres ekstraktet ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroninnfangningsdetektor, GC/ECD. De klor-organiske forbindelsene identifiseres utfra de respektives retensjonstider på to kolonner med ulik polaritet. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standard.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : NITRIDEN  
 Oppdragsnr. : 94115  
 Prøver mottatt : 16.11.94 (okt. innsamling)  
 Lab.kode : FPH 1-3  
 Jobb.nr. : 94/195  
 Prøvetype : Blåskjell  
 Kons. i : Ug/kg våtvekt  
 Dato : 21.12.94  
 Analytiker : Brg

1: St.8 *fu.*  
 2: St.20  
 3: Ref.mat REF. NØ  
 4:  
 5:  
 6:

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
Naftalen	2	4				
2-M-Naf.	7	4	1.3			
1-M-Naf.	4.3	2.9	1.1			
Bifenyl		1.3				
2,6-Dimetylnaftalen	2.6	1.5	0.6			
Acenaftylen		0.7				
Acenaften	0.7	1.8				
2,3,5-Trimetylnaftalen	1.6	2.4				
Fluoren	2.3	0.7				
Fenantren	20	5.9	2.7			
Antracen	3.4	1.1	0.8			
1-Metylfenantren	10	6.8	2			
Fluoranten	30	12	3.2			
Pyren	25	10	3.5			
Benz(a)antracen*	6.9	2.6	1.1			
Chrysen	23	10	3.3			
Benzo(b)fluoranten*	8	3	1.1			
Benzo(j,k)fluoranten*	1.6	1				
Benzo(e)pyren	18	5.3	1.9			
Benzo(a)pyren*	3.3	1				
Perylen	0.7					
Ind.(1,2,3cd)pyren*	1.3					
Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1	2					
Benzo(ghi)perylene	4.9	0.6	0.6			
Coronen						
Dibenzopyrener*						
SUM	178.6	78.6	23.2			
Derav KPAH(*)	23.1	7.6	2.2			
%KPAH	12.9	9.7	9.2			
%Tørrstoff	24	20.9	19.6			

Deteksjonsgrense 0.5 ug/kg våtvekt

\* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).

Sum av \* utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : NITRIDEN  
 Oppdragsnr. : 94115  
 Prøver mottatt : 16.11.94 (okt. innsamling)  
 Lab.kode : FPH1-3  
 Jobb.nr. : 94/195  
 Prøvetype : Blåskjell  
 Kons. i : Ug/kg våtvekt  
 Dato : 22.12.94  
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1: FPH1, St.8, Juv. 4:  
 2: FPH3, St.20, 5:  
 3: FPH3, Ref. NØ 6:

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
5-CB	<0.1	<0.1	<0.1			
a-HCH	<0.1	<0.1	<0.1			
HCB	<0.1	<0.1	<0.1			
g-HCH	<0.1	<0.1	<0.1			
PCB 28 ✓	<0.1	<0.1	<0.1			
PCB 52 ✓	0.2	0.1	<0.1			
OCS	<0.1	<0.1	<0.1			
PCB 101 ✓	0.3	0.3	0.2			
p,p-DDE	0.4	0.2	0.2			
PCB 118 ✓	0.2	0.3	0.2			
p,p-DDD	0.9	0.3	0.2			
PCB 153 ✓	0.3	0.5	0.4			
PCB 105	0.4	0.3	0.3			
PCB 138 ✓	0.3	0.3	0.2			
PCB 156	<0.1	<0.1	<0.1			
PCB 180 ✓	0.1	<0.1	<0.1			
PCB 209	<0.1	<0.1	<0.1			
SUM PCB	1.8	1.8	1.3			
SUM SEVEN DUTCH PCB	1.4	1.5	1			
%Fett	3.9	2.1	1.9			
%Tørrstoff	25.4	21.1	19.6			

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		NIVA-dokument nr. Y - 3
		Side 9 av 9
Informasjonsdokument	Til eksternt bruk	Utgave nr. 2
		Dato: 1995-02-23
ANALYSEUSIKKERHET		Godkjent:

**PAH i biologisk materiale (blåskjell)**

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall result.	Middel -verdi	Std. avvik
Fenantren	µg/kg	NIST 1974, 5.6 ± 1.4	2	4.2	
Antracen	µg/kg	NIST 1974, 0.75 ± 0.21	2	0.6	
Fluoranten	µg/kg	NIST 1974, 33.6 ± 5.8	2	30.6	
Pyren	µg/kg	NIST 1974, 34.1 ± 3.7	2	32.5	
Benzo(b,k,i)fluoranten	µg/kg	NIST 1974, 10.8 ± 0.7 / 1.2	2	10.1	
Benzo(a)pyren	µg/kg	NIST 1974, 2.29 ± 0.47	2	2.4	
Perylen	µg/kg	NIST, 1.05 ± 0.29	2	1.0	
Ind.(1,2,3,cd)pyren	µg/kg	NIST 1974, 1.8 ± 0.33	2	1.9	
Benzo(ghi)perylene	µg/kg	NIST 1974, 2.47 ± 0.28	2	2.5	

**PCB i makrellolje**

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall result.	Middel -verdi	Std. avvik
CB28	µg/kg	CRM 350 makrellolje, 22.5 ± 4.0	24	16.2	1.5
CB52	µg/kg	62 ± 9	24	54.0	4.2
CB101	µg/kg	164 ± 9	24	151	7.1
CB118	µg/kg	142 ± 20	24	137	9.7
CB153	µg/kg	317 ± 27	24	313	19.1
CB180	µg/kg	73 ± 13	24	73	4.5

**VEDLEGG 9**  
**Metodebeskrivelse av multivariat analyse (PCA)**  
**benyttet, samt utvalgte figurer**

## Kortfattet beskrivelse av multivariat analyse av likhet i PAH- og PCB sammensetning i blåskjell.

Prinsippal komponent analysen, PCA, er i denne undersøkelsen benyttet til å analysere likhet mellom skjellprøver på basis av hvilke PAH- og PCB-komponenter som forekommer i vevsprøvene og konsentrasjonen av den enkelte komponent. Den drar således nytte av all informasjon om vevsnivå som kjemianalysene gir. Resultatene av analysen er til en viss grad kvalitativ siden prøvene kan gruppere seg mer eller mindre entydig i grupper, eller i gradienter uten klart gruppeskille, avhengig av hvilke likheter som forekommer. Vurderingen av godhet i gruppedannelsen vil derfor måtte baseres på kvalifisert skjønn, og på basis av erfaring med å tolke denne type kompleks data-analyse.

PCA tar utgangspunkt i en matrise der de enkelte skjellprøvene utgjør kolonner og de enkelte PAH-, PCB-forbindelsene utgjør rekker. Cellene i matrisen angir konsentrasjon av hver forbindelse i hver prøve. Disse konsentrasjonene har vi oppgitt som  $\log_{10}$  transformerte verdier. Analysen krever komplette datamatriser (dvs. manglende verdier og verdier oppgitt som "under deteksjonsgrensen" kan ikke benyttes). Det har derfor i vårt tilfelle kun vært mulig å gjøre analysen på et utvalg av prøver og komponenter. Det er valgt å prioritere å få med flest mulig prøver på bekostning av antallet komponenter i analysene.

PCA er i prinsippet en utvidelse av ren lineær regresjon. Man kan tenke seg de enkelte elementene i matrisen (variable) fordelt i rommet rundt en x-akse og med avstand fra x-aksen lik elementverdien (dvs. komponent-konsentrasjonen). PCA søker å arrangere prøvene ved å justere x-aksen, slik at samlet kvadratsum for alle variable mot et sett av tenkte regresjonslinjer (en for hver komponent) blir lavest mulig. Dette er et kompromiss for beste tilpasning av regresjonslinjene gjennom alle variabelskyene. Dette gir m.a.o. en rekke tenkte regresjonslinjer over en justert akse, som kalles prinsippalakse 1. Analysen har arrangert prøvene langs en gradient: langs prinsippalakse 1, den angir komponentenes (variablenes) forandring langs Akse 1, og beregner hvor stor andel av datasettets totale variasjon som "forklares" langs Akse 1 (eigen-verdi, analogt med korrelasjonskoeffisient i lineær regresjon). Deretter "trekkes" denne variasjonen ut og hele analysen gjentas for å definere en Akse 2 normalt på Akse 1, osv.

Resultatene av analysen presenteres i et koordinatsystem der prøve-arrangementet på Akse 1 plottes mot arrangementet på Akse 2, evt Akse 3 osv. De enkelte prøver fremstår derved som punkter i koordinatsystemet med innbyrdes avstand som direkte reflekterer forskjeller i totalkonsentrasjon og/eller PAH-, evt. PCB-profil (stor avstand - stor forskjell).

Ofte fremstilles resultatene som et såkalt biplott der også de enkelte PAH-, eller PCB-komponentene som analysen baseres på, fremstilles langs samme akser. Akseverdiene for hvert komponent-punkt er vinkelkoeffisienten for regresjonslinjen for komponenten oppnådd ved konstruksjon av henholdsvis Akse 1, Akse 2, osv.. For å skilles fra prøvene i plottet, fremstilles komponentene ofte som piler fra origo og ut til punktet. Komponenter med lange piler langs en akse har stor vinkelkoeffisient til denne aksens, dvs. komponentverdien forandrer seg sterkt langs denne aksens (aksen forklarer mye av variabiliteten i komponenten).

Nærhet mellom et punkt (eller en punktgruppe) langt fra origo og en eller flere piler viser at PAH- evt. PCB-profilen i denne prøven (prøvegruppen) i stor grad er dominert av høy konsentrasjon av den (de) komponent(-er) pilen(-e) angir. Omvendt viser en diametralt motsatt pil-plassering at denne komponenten har liten betydning for prøvens (prøvegruppens) profil.

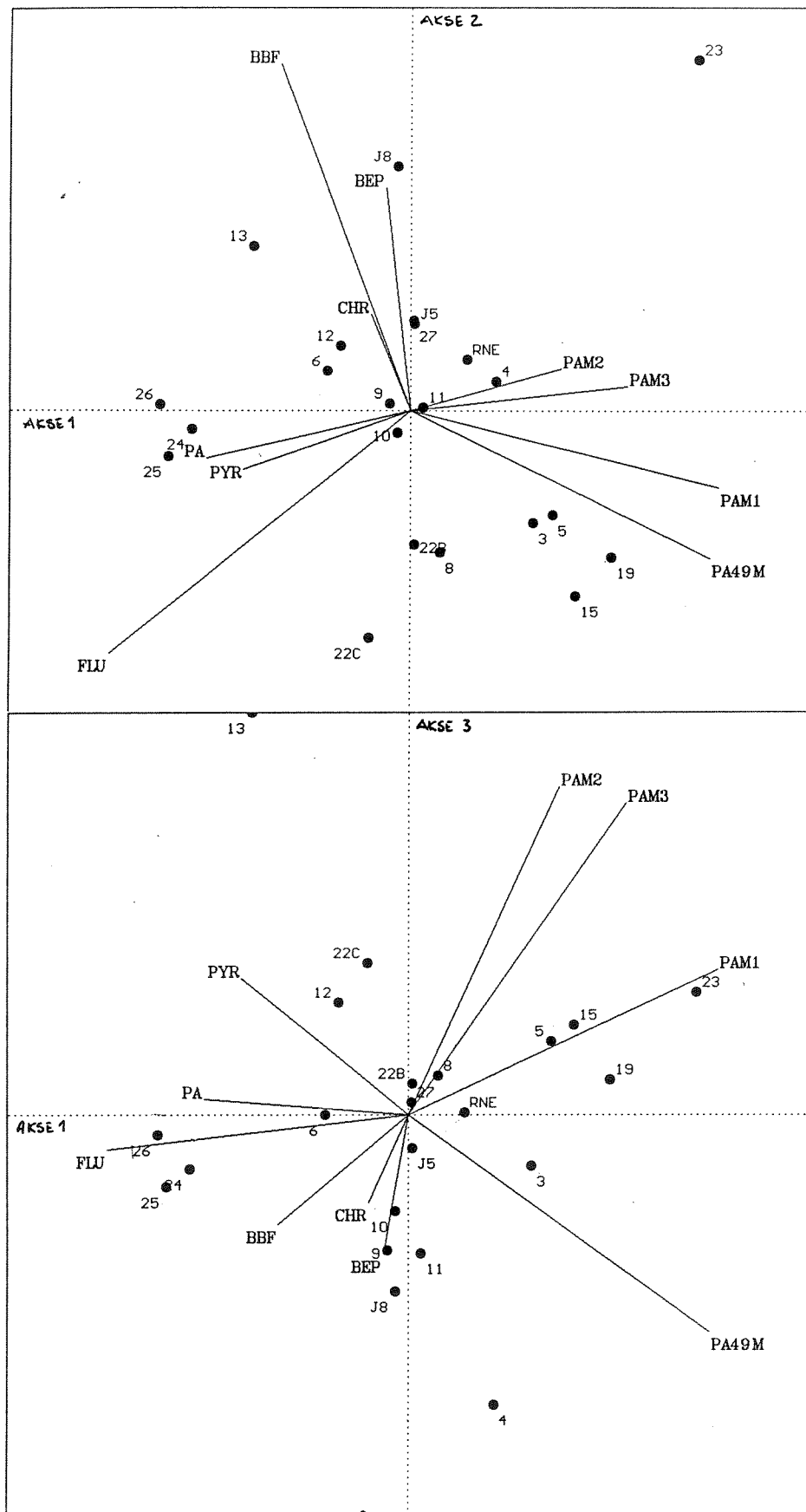
Når PCA gjennomføres på data som kun er log-transformert, vil den reflektere forskjeller både i komponentsammensetning og total-konsentrasjon av PAH (eller PCB), og store forskjeller i total-konsentrasjon kan dominere hele analyseresultatet. Ved analyse av prøver med svært forskjellig totalkonsentrasjon kan det derfor være ønskelig å rendyrke relative forskjeller i profil. Dette kan gjøres ved å sentrere konsentrasjonsverdiene. Sentreringen er en midlingsoperasjon som består i at man for hver rekke og/eller kolonne i datamatriksen subtraherer rekkens (kolonnens) middelvei fra hver verdi. Derved fjerner man den variabilitet som ligger i totalkonsentrasjons-forskjeller og står igjen med forskjeller i relativ komponentsammensetning. Dobbelsentrering er sentrering både av rekker og kolonner. Alle prinsipalkomponentaksene vil nå i ulik grad reflektere variabilitet i komponentsammensetning.

Det PCA-programmet som er anvendt (CANOCO, terBraak 1990) gjør det også mulig å innlemme prøver i analysene som såkalt "passive". Passive prøver vil bli plassert på riktig plass i PCA-plottene i forhold til sin komponentsammensetning, men påvirker ikke definisjonen av aksene og derved heller ikke plasseringen av de øvrige prøvene. I vår analyse er sediment- og enkelte kildeprøver på land lagt inn som passive (cf figur 16).

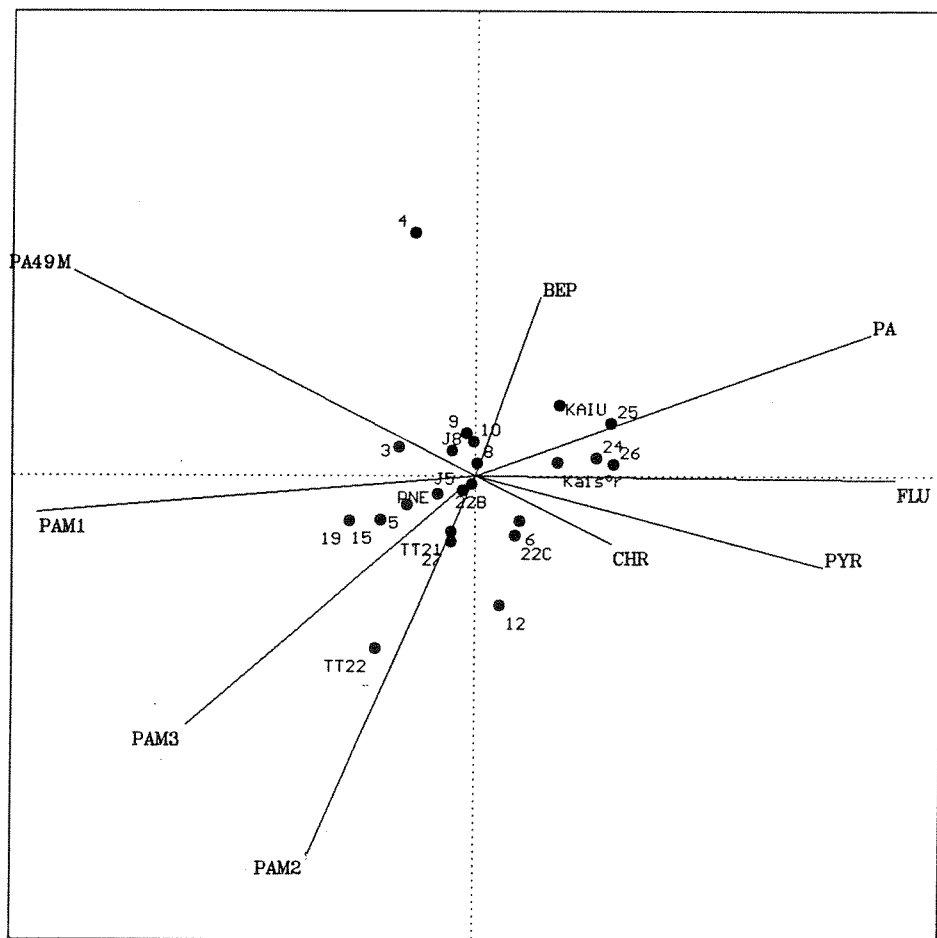
**Fortegnelse over utvalget av PAH-komponenter og PCB-kongenerer som er  
brukt i PCA-analysene av likhet mellom blåskjellprøver.**

<b>PAH-komponenter</b>	<b>Forkortelse</b>
Fenantren	PA
Antracen	ANT
1-metylfenantren	PAM1
2-metylfenantren	PAM2
3-metylfenantren	PAM3
4-9-metylfenantren	PA49M
Fluoranten	FLU
Pyren	PYR
Benz(a)antracen	BAA
Chrysen/trifenylen	CHR
Benzo(b)fluoranten	BBF
Benzo(e)pyren	BEP
e-benzothionften	EBTN
<b>PCB-kongenerer</b>	
PCB-52	
PCB101	
PCB-105	
PCB-118	
PCB-138	
PCB-153	
PCB-156	

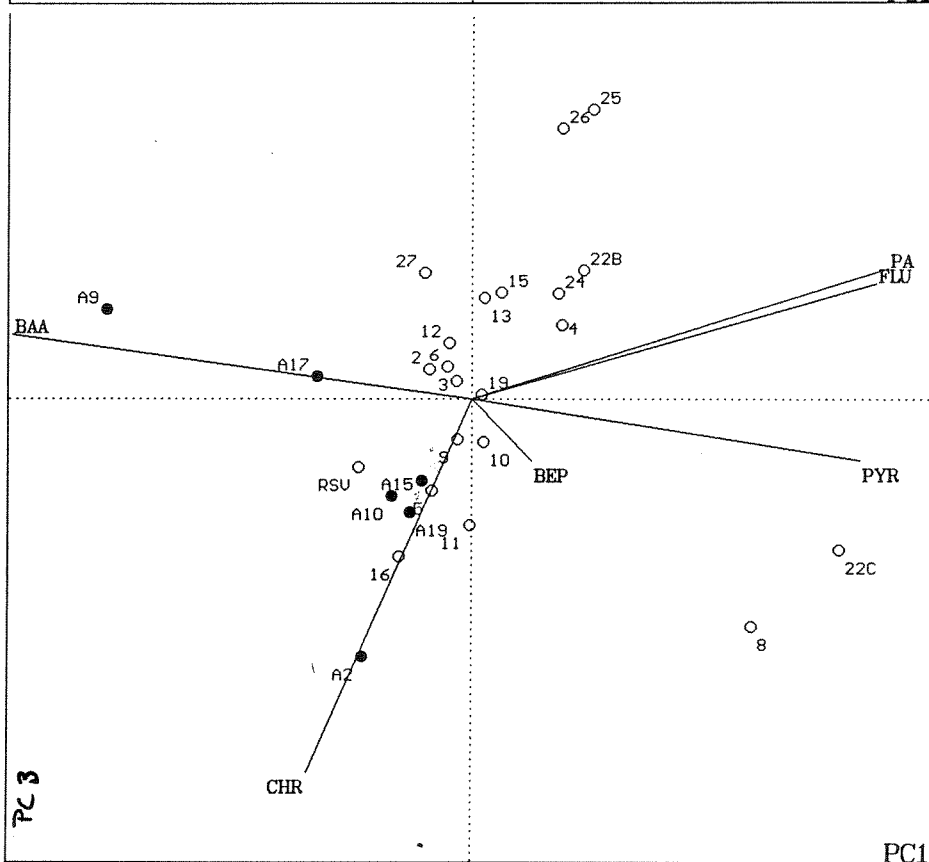
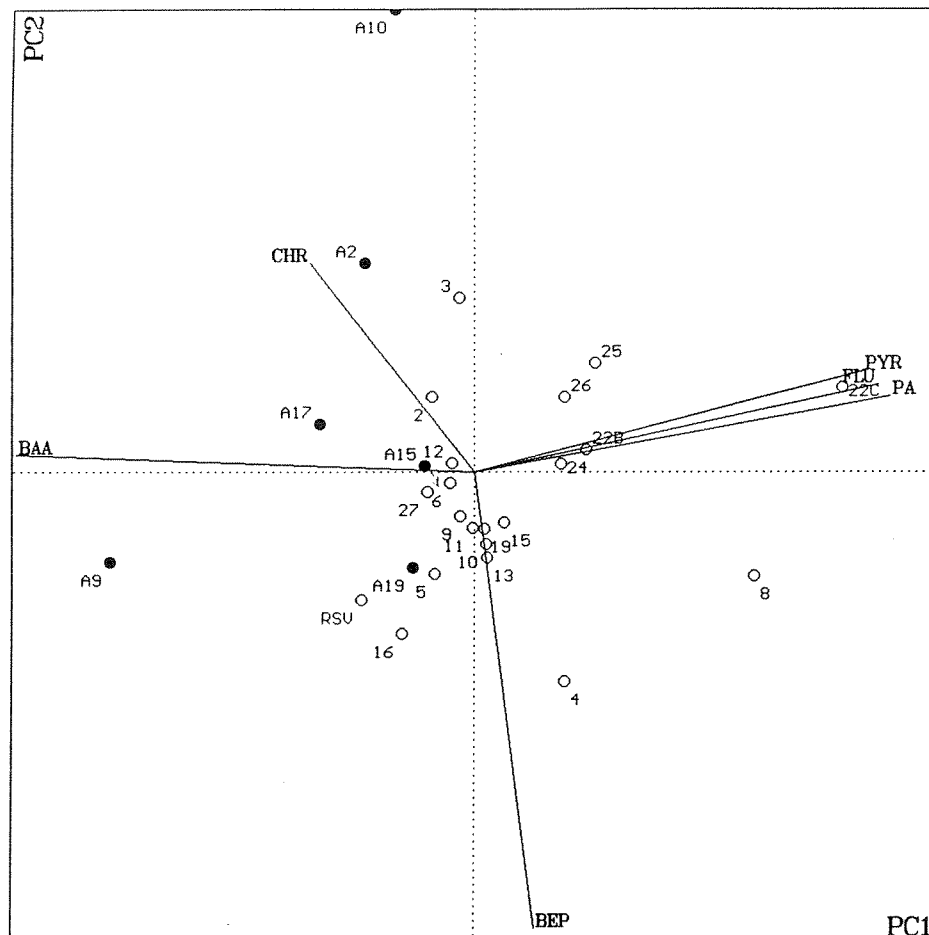




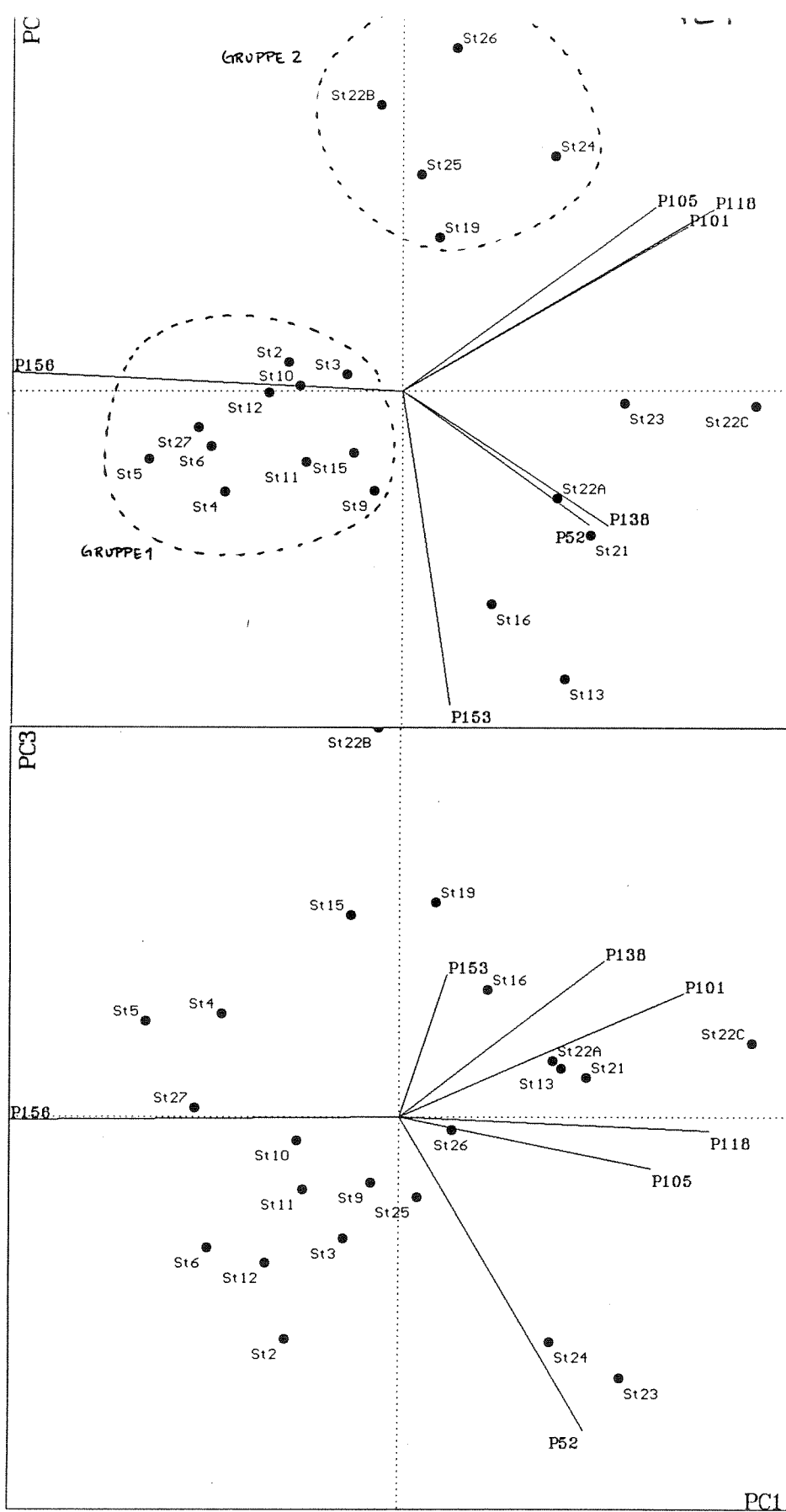
PCA-plott av PAH-komponenter og stasjoner for blåskjell innsamlet i oktober 1994 med dobbelt sentrering av begge akser. A: plott av PCA-akse 1 og 2; B: plott av akse 1 og 3.



PCA-plott av PAH-komponenter og stasjoner for blåskjell innsamlet i oktober 1994 med dobbelt sentrering av begge akser. Sedimentprøver (KaiSV og KaiU) og jordprøver (TT21 og TT22) er lagt inn som passive (se vedlegg 9).



PCA-plott for et utvalg av PAH-komponenter mot stasjoner for blåskjell innsamlet i oktober og august 1994 med dobbelt sentrering av begge akser. A: plott av PCA-akse 1 og 2; B: plott av akse 1 og 3.



PCA-plott av PCB-komponenter og stasjoner for blåskjell innsamlet i oktober 1994 med dobbelt sentrering av begge akser. Stasjon Ref SV, 8 og 20 er utelatt. A: PCA-akse 1 og 2; B: akse 1 og 3.

**VEDLEGG 10**  
**Analysemetoder og resultater av sedimentanalyser**  
**fra Heggedalsbukta.**

**Vedlegg 10A**  
**Anvendelse og prinsipp for de kjemiske analysemetodene**  
**som benyttes ved NIVA**  
**Norsk Akkreditering Nr. P009**

### **B 3. TOTALT TØRRSTOFF OG GLØDEREST**

Denne analyseforskriften benyttes ved bestemmelse av totalt innhold av tørrstoff og dets gløderest i alle typer vann, slam og sedimenter, samt biologisk materiale. I vann er nedre bestemmelsesgrense 0.02 g/l.

**Prinsipp:** Tørrstoffinnholdet bestemmes ved at en kjent mengde prøve tørkes til tørrhet ved 105 °C, og den gjenværende rest veies. Deretter glødes dette ved 550 °C, og den gjenværende rest veies. 550 °C er en hensiktsmessig temperatur for destruering av organisk materiale uten at vesentlige mengder uorganisk stoff går tapt.

### **G 6. TOTALKARBON, FORBRENNINGSMETODE**

Metoden gjelder for bestemmelse av nitrogen og karbon i tørt stoff og i ikke-flyktige, tungt-flytende væsker, samt frafiltrert materiale på glassfiberfiltre. Konsentrasjonsområdet for bestemmelsen er 0.1 % - 100 %. Tørkede prøver må kunne homogeniseres til pulverform da uttaket pr. prøve er fra 0.5 mg til 10 mg. Deteksjonsgrenser

0.1% nitrogen -	1.0 g/mg N
0.1% karbon -	1.0 g/mg C

For filtre er deteksjonsgrensen avhengig av blindfilterverdiene og mengde filtrert prøve.

**Prinsipp:** Tørr prøve veies inn i tinnkapsler som forbrennes i oksygenmettet aheliumgass ved ca. 1800 °C. Ved hjelp av katalysatorer vil forbrenningen bli fullstendig. Overskudd av oksygen fjernes ved hjelp av kobber ved ca. 650 °C. Her reduseres også nitrogenoksyder til N<sub>2</sub>-gass. Forbrenningsgassene passerer deretter en kromatografisk kolonne, og N<sub>2</sub>- og CO<sub>2</sub>-gassene detekteres i en varmetrådsdetektor. Arealet under toppene integreres, og integralverdiene behandles av et PC-programm. Resultatene regnes ut i prosent, skrives ut og lagres på diskett.

Dersom det er rekvirert totalt organisk karbon, TOC, må det uorganiske karbonet fjernes ved syrebehandling. Det ferdig tørkede og homogeniserte sedimentet fordeles i et tynt lag på bunnen av et 1-drams glass. Glassene plasseres under et eksikatorlokk, eller en stor petriskål, sammen med en petriskål med rykende saltsyre.. Dette bør plasseres i avtrekk med keramiske fliser. Behandlingen bør vare natten over. Glassene med sedimentene tørkes deretter en time i varmeskap ved 80 °C. Det settes kork på glassene og prøvene lagres i kjøleskap til innveing og analyse.

Frafiltrert materiale på GFF-filter er konsentrert inn i en sirkel med diameter 1 cm ved hjelp av en spesiell filtreringsoppsats. Det frafiltrerte materialet stemples ut med et korkbor med diameter 11.8 mm. Som underlag ved utstemplingen brukes en ren petriskål. Filterbiten legges i et 1-drams glass og syrebehandles på samme måten som med sedimentene. Etter en natt i syredamp, settes glassene i varmeskap i en time ved 80 °C. DET settes kork på glassene etter tørkingen, og prøvene lagres i kjøleskap til analyse.

NB!! Ved syrebehandlingen vil nitrogeninnholdet i prøven synke noe. Prøven må derfor kjøres to ganger: ikke syrebehandlet prøve til total nitrogen og syrebehandlet prøve til totalt organisk karbon. For filtre er ikke dette praktisk mulig, fordi det filtreres bare en gang pr prøve.

**Vedlegg 10B**  
**Anvendelse og prinsipp for de kjemiske analysemetodene**  
**som benyttes ved Landbrukets analysesenter**



(AUD)  
SKE  
IMA

NIVA  
Boks 173 Kjelsås  
0411 OSLO

Aud Helland

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	
J.nr.:	4249194
Sak nr.:	94115
Mottatt:	30.11

Deres ref.:

J.nr.4160/94 S.nr. 0-94115/AUD

Vår ref.:

Dato:

28.november 1994

## ANALYSER AV SEDIMENTER

Landbrukets analysesenter har utført bestemmelse av Hg, Cd, Pb, Cu og Sn i sedimentprøver fra Nitriden - Tromøysund.

### Forbehandling

Prøvene blir tørket ved ca 35 °C til tørre(såkalt lufttør). Eventuell prøvemateriale over 2 mm siktes fra slik at kun materiale mindre enn 2 mm inngår i analysen.

### Oppslutting

Prøvene har blitt sluttet opp på tre forskjellige måter avhengig av bestemmelsen:

**Cd, Pb, Cu:** Lufttør prøve slutes opp i kongevann i erlenmeyerkolber. Prøvene står over natten ved svak oppvarming før temperaturen økes til forsiktig koking under reflux. Varmen reduseres så og prøven dampes forsiktig inn til tørrhet. Saltene løses så opp i fortynnet salpetersyre før filtrering og endelig fortynning med ionebyttet vann slik at prøvens matris er 5 % salpetersyre.

**Hg:** Lufttør prøve slutes opp i konsentrert salpetersyre i erlenmeyerkolber forsynt med fingerkjøler og får stå over natten ved værelsestemperatur. Deretter varmes forsiktig opp til ca 50 °C og prøven står 1 time ved denne temperaturen før filtrering og fortynning.

## JORDFORSK, Senter for jordfaglig miljøforskning

Landbrukets analysesenter  
Adr.: 1432 Ås  
Tlf.: 64 94 81 18  
94 81 20

Hovedkontor  
Adr.: 1432 Ås  
Tlf.: 64 94 81 00  
Fax: 64 94 81 10  
FNR.: 4624559

Bankgiro:  
8120.05.10097  
Postgiro:  
0804 4999413

Distriktskontorer  
8000 Bodø  
Tlf.: 75 58 32 22  
Fax: 75 58 16 69  
6400 Molde  
Tlf.: 71 25 80 00

Sn: Lufttørr prøve kokes i 6M saltsyre i erlenmeyerkolber forsynt med fingerkjøler og filtreres og fortynnes før bestemmelsen.

### Måling

Cu og Pb (metode AJ1): Elementene blir bestemt vha simultan ICP - AES. Det blir benyttet ICAP 1100 fra Thermo Jarrell Ash med autosamplere.  
(pluss Cd Nedre bestemmelsesgrense i mg/kg (10  $\sigma$ ) og presisjon (% RSD for høye kons.) for en kontrollprøve målt over flere dager) for analysen er :

Element	Nedre. best. grense	Presisjon
Cu	1	4
Pb	6	6
Cd	1.5	5

Cd (metode AJ5): Metoden benyttes dersom innholdet er for lavt for bestemmelse vha ICP. Det blir benyttet EAAS med matrixmodifiser. Atomabsorpsjonsspektrofotometer: Perkin Elmer 1100. Grafittovn: Perkin Elmer HGA700. Metodens nedre bestemmelsesgrense i mg/kg (10  $\sigma$ ) og presisjon (% RSD for en kontrollprøve målt over flere dager) er hhv.: 0,005 og 9.

Sn: Elementet blir bestemt vha EAAS med matrixmodifiser. Atomabsorpsjonsspektrofotometer: Perkin Elmer 1100. Grafittovn: Perkin Elmer HGA700. Metodens nedre bestemmelsesgrense (10  $\sigma$ ) er ca 0.6 mg/kg.

### Kvalitetssikring.

Laboratoriet har søkt akkreditering etter NS-EN 45001 for å kunne utføre Cu, Pb, Cd og Hg etter metodene over. Vi venter endelig godkjennelse i januar. Metodene er vurdert av Norsk Akkreditering uten anmerkinger. Metodene har blitt testet mot sertifisert standard referansemateriale. Det blir for hver prøveserie benyttet kontrollprøver som er med under oppsluttingstrinnet og ved selve bestemmelsen.

Det er ikke søkt akkreditering for Sn - bestemmelsen. Metoden har blitt testet mot sertifisert standard referansemateriale hvor resultatet lå signifikant under totalinnholdet. Det er imidlertid kjørt gjenvinningsforsøk med tilfredsstillende resultat.

Med hilsen  
JORDFORSK

A handwritten signature in black ink that reads "Ivar Dahl".

Ivar Dahl  
Kvalitetsleder

Adresse: N- 1432 ÅS  
 Telefon: 64 94 81 18  
 Telefax: 64 94 81 20

K. nr: 5-555

Side 3 av 3

## Resultater

### Jord, sedimenter og avfallsdeponier

Alle verdier er i mg/kg T.S.

Intern nummer										
Prøvens merking										
Ele- ment	Met- ode *	Dato								
			14694							
			Sediment							
			Heggdalst.							
Na	AJ1	6/12	54000							
K	AJ1	"	2240							
Mg	AJ1	"	157000							
Ca	AJ1	"	95500							
Fe	AJ1	"	2490							
P	AJ1	"	241							
S	AJ1	"	8090							
Al	AJ1	"	32400							
Cu	AJ1	"	90,0							
Mn	AJ1	"	18,9							
Zn	AJ1	"	50,5							
Pb	AJ1	"	8,6							
Cd	AJ1	"	< 1,0							
V	AJ1	"	17,9							
Ni	AJ1	"	5,2							
Ti	AJ1	"	95,9							
Cr	AJ1	"	2,0							
Co	AJ1	"	< 1,3							
Ba	AJ1	"	25,3							
Mo	AJ1	"	< 1,0							
Hg	AJ2	19/12	0,031							
Sn	AJ3									
As	AJ4									
Cd	AJ5	2/12	0,16							

- \* AJ1: Intern metode (oppslutning med kongevann , bestemmelse ved ICP - AES)  
 AJ2: Intern metode (oppslutning med salpetersyre , bestemmelse ved kalddamps AAS)  
 AJ3: Intern metode (oppslutning med kongevann , bestemmelse ved elektrotermisk AAS)  
 AJ4: Intern metode (oppslutning med kongevann , bestemmelse ved hydrid AAS)  
 AJ5: Intern metode (oppslutning med kongevann , bestemmelse ved elektrotermisk AAS)

**Vedlegg 10C**  
**Anvendelse og prinsipp for de kjemiske analysemetodene**  
**samt analyseresultater fra SINTEF Oslo.**  
**Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og**  
**polyklorerte bifenyler (PCB)**

JORDFORSK  
1432 Ås

Att.: Ola Nordal / Tone Westby

**SINTEF Oslo**

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

Besøksadresse/Location:  
Forskningsveien 1

Telefon/Telephone:  
+47 22 06 73 00

Telefax:  
+47 22 06 73 50

Telex:  
71 536 SI N

Enterprise nr.: 948007029

## Rapport

Deres ref.:  
7.0903-01/on/cea/tw

Vår ref.:  
611.1-3/alk/7-1  
G.Tveten

Direkte innvalg:  
22067981

Oslo,  
1994-10-06

Oppdrag nr.:  
270243.05  
Prøveserie.:  
1994-579

Oppdragets tittel:

**ANALYSER VED NITRIDEN**

### Innledning

Prøvene ble mottatt 9.9.94 for analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH og polyklorerte bifenyler, PCB. Det ble mottatt 8 sedimentprøver og 10 skjellprøver. I Tabell 1 er det gitt en oversikt over de mottatte prøvene.

### Eksperimentelt

Polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH, i prøvene ble bestemt med en GC/MS analyse. Massespektrometeret ble operert i selected ion monitoring mode (SIM). Polyklorerte bifenyler, PCB, ble bestemt med en gaskromatograf med en electron capture detektor, GC/ECD. Prøvene ble opparbeidet etter beskrivelse i vedleggene til vårt analysetilbud av 6.7.94.

### Resultat

Resultatet er gitt i µg/g tørt materiale for sediment- og skjellprøvene. Det er oppgitt tørrstoff prosent i prøvene, og for skjellprøvene er det bestemt fett prosent. Resultatene er gitt i Tabell 2. Se vedlagte PAH-tabeller for fordeling av de enkelte PAH-forbindelsene i prøvene.

Med hilsen  
SINTEF Industriell kjemi

*Arne Lund Kvernheim*  
Arne Lund Kvernheim  
Laboratorieleder

*Grete Tveten*  
Grete Tveten  
Prosjektleder

Vedlegg: 6 tabeller.

### Spesielle betingelser

Analyseresultater rapportert i dette dokument er frembragt ved analyse av de anførte prøver i den stand de ble mottatt ved SINTEFs analyselaboratorium. SINTEF tar intet ansvar for oppdragsgivers bruk av resultatene eller for konsekvenser av slik bruk. *Delvis* kopiering av denne rapport er ikke tillatt uten skriftlig samtykke fra SINTEF.

Tabell 1  
Prøveoversikt

Prøverefranse	Serie nr.	Matriks	Analysespesifikasjon	
			PAH	PCB
	1994-579	Sediment		
Grabb 0-2 cm Prøve 2	1		X	
Grabb 0-2 cm Prøve 3	2		X	
Grabb 0-2 cm Prøve 5	3		X	
Grabb 0-2 cm Prøve 6	4		X	
Grabb 0-2 cm Prøve 8	5		X	
Kai sør 2 0-5 cm	6		X	X
Under Kai 0-5 cm	7		X	X
Tønnerest	8		X	
		Skjell		
ST. 2 Skibvik	9		X	X
ST. 9 Bukkevika, innerst mot Nitrid adm.bygg	10		X	X
ST.10 Bukkevika, midt på fyllingen	11		X	X
ST. 15 Nitridkai, under pir	12		X	X
ST. 17 Nitrid under kai, øst	13		X	X
ST. 19 Nitrid, Steikeritomta	14		X	X
ST. 22a Langenes	15		X	X
ST. 27 Buesund/sørspiss av Buøy	16		X	X
Blåskjell vest for kai	17		X	X
O-skjell Steikeritomta	18		X	X



Tabell 2

## Resultater.

Resultatene er gitt i µg/g tørt materiale.

Prøve	Serie nr.	Tørrstoff	Fett	PAH	PCB
	1994-579	%	%		
Grabb 0-2 cm Prøve 2	1	53		2,4	
Grabb 0-2 cm Prøve 3	2	36		6,3	
Grabb 0-2 cm Prøve 5	3	39		6,6	
Grabb 0-2 cm Prøve 6	4	34		7,0	
Grabb 0-2 cm Prøve 8	5	37		9,1	
Kai sør 2 0-5 cm	6	61		640	2,9
Under Kai 0-5 cm	7	56		650	0,7*
Tønnerest	8	47		160	
		Skjell			
ST. 2 Skibvik	9	15	1,4	0,3	0,05
ST. 9 Bukkevika, innerst mot Nitrid adm.bygg	10	16	1,3	0,9	0,04
ST.10 Bukkevika, midt på fyllingen	11	16	1,5	0,4	0,05
ST. 15 Nitridkai, under pir	12	17	1,5	0,3	0,04
ST. 17 Nitrid under kai, øst	13	17	1,6	0,3	0,04
ST. 19 Nitrid, Steikeritomta	14	17	1,5	0,3	0,10
ST. 22a Langenes	15	17	1,7	0,06	0,14
ST. 27 Buesund/sørspiss av Buøy	16	18	1,7	0,1	0,12
Blåskjell vest for kai	17	22	3,4	1,5	0,13
O-skjell Steikeritomta	18	19	2,4	10	0,11

\* Prøven inneholder forbindelser som delvis interfererer med PCB og gir matriks effekter. Resultatet som er oppgitt i tabellen må anses som et nivå, og ikke eksakt verdi

Til kvantifisering av PCB i sedimentprøvene ble det benyttet en PCB-standard Chlofen A-60 med kloreringsgrad på 60%.

Til kvantifisering av PCB i skjellprøvene ble det benyttet en PCB-standard Aroklor 1254 med kloreringsgrad på 54 %.

Tabell: Bisykliske og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), og andre polysykliske organiske forbindelser (POM).

PRØVE: 1994-579	1	2	3	4	5	6
Enhet: µg/g tørt materiale GRABB	Pr.2	Pr.3	Pr.5	Pr.6	Pr.8	Kai sør
1 Naftalen	.....	.....	.....	.....	.....	16.00
2 2-Metylnaftalen	.....	.....	.....	.....	.....	3.80
3 1-Metylnaftalen	.....	.....	.....	.....	.....	2.10
4 Bifenyl	.....	.....	.....	.....	.....	0.88
<b>Sum identifiserte bisykliske</b>						<b>22.78</b>
5 Acenaftalen	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6 Acenaften	.....	.....	.....	.....	.....	11.00
7 Fluoren	.....	.....	.....	.....	.....	11.00
8 2-Metylfluoren	.....	.....	.....	.....	.....	.....
9 1-Metylfluoren	.....	.....	.....	.....	.....	1.00
10 Fenantren	0.19	0.58	0.43	0.50	0.45	69.00
11 Antracen	0.06	0.17	0.12	0.14	0.26	15.00
12 3-Metylfenantren	.....	.....	.....	0.30	0.29	12.00
13 2-Metylfenantren	.....	.....	.....	0.45	0.47	16.00
14 2-Metylantracen	.....	.....	.....	.....	0.43	7.20
15 4,5-Metyleneftenantren	.....	.....	.....	0.34	0.41	20.00
16 4-og/eller 9-Metylfenantren	.....	.....	.....	.....	.....	9.70
17 1-Metylfenantren	.....	.....	.....	.....	.....	8.20
18 Fluoranten	0.27	0.88	0.72	0.82	0.73	73.00
19 Benz(e)acenaftalen *	.....	.....	.....	.....	.....	3.20
20 Pyren	0.22	0.67	0.55	0.63	0.61	64.00
21 Etyl-metyl-fenantren *	.....	.....	.....	.....	.....	7.80
22 Benzo(a)fluoren	.....	.....	.....	.....	.....	13.00
23 Benzo(b)fluoren	.....	.....	.....	.....	.....	11.00
24 4-Metylpyren	.....	.....	.....	.....	.....	.....
25 2-Metylpyren / Metylfluoranten	.....	.....	.....	.....	.....	3.30
26 1-Metylpyren	.....	.....	.....	.....	.....	2.60
27 Benzo(ghi)fluoranten	.....	.....	.....	.....	.....	5.00
28 Benzo(c)fenantren	.....	.....	.....	.....	.....	4.70
29 Cyclopenteno(cd)pyren	.....	.....	.....	.....	.....	.....
30 Benz(a)antracen	0.23	0.65	0.99	0.52	0.69	49.00
31 Krysen og Trifenylen	0.46	1.37	2.00	1.03	2.20	53.00
32 Benzo(b)fluoranten	.....	.....	.....	.....	.....	.....
33 Benzo(j)fluoranten	0.37	0.99	0.85	1.10	1.10	55.00
34 Benzo(k)fluoranten	.....	.....	.....	.....	.....	.....
35 Benzo(e)pyren	0.18	0.44	0.40	0.38	0.67	22.00
36 Benzo(a)pyren	0.20	0.43	0.37	0.43	0.47	43.00
37 Perylen	0.08	0.06	0.06	0.18	0.08	10.00
38 Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.08	0.05	0.11	0.12	0.13	19.00
39 Dibenz(ac / ah)antracener	.....	.....	.....	.....	.....	4.70
40 Benzo(ghi)perylene	0.07	0.02	0.04	0.09	0.13	11.00
41 Antantren	.....	.....	.....	.....	.....	9.30
42 Coronen	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<b>Sum identifisert PAH</b>	<b>2.41</b>	<b>6.31</b>	<b>6.63</b>	<b>7.03</b>	<b>9.11</b>	<b>643.70</b>
Dibenzofuran	.....	.....	.....	.....	.....	5.30
Dibenzothiolen	.....	.....	.....	.....	.....	6.10
Carbazol	.....	.....	.....	.....	.....	22.00
Benzo(d,e,f)dibenzothiolen *	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Benzotionaften	.....	.....	.....	.....	.....	13.00
Benzofenantridin	.....	.....	.....	.....	.....	2.20
Benzo(c,d)pyren-6-on	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<b>Sum identifiserte POM</b>						<b>48.60</b>
<b>Total sum identifisert</b>	<b>2.41</b>	<b>6.31</b>	<b>6.63</b>	<b>7.03</b>	<b>9.11</b>	<b>715.08</b>

Deteksjonsgrense

\* Verifisert ved tidligere MS-data. Kommersiell standarder ikke tilgjengelig.

Tabell: Bisykliske og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), og andre polysykliske organiske forbindelser (POM).

PRØVE : 1994-579		7	8				
Enhet:	pr. tørt materiale	µg/g	mg/g				
		under kai	Tønnerest				
1	Naftalen	20.0	3.7	.....	.....	.....	.....
2	2-Metylnaftalen	4.3	1.2	.....	.....	.....	.....
3	1-Metylnaftalen	2.3	0.6	.....	.....	.....	.....
4	Bifenylyl	1.2	1.0	.....	.....	.....	.....
Sum identifiserte bisykliske		27.8	6.5				
5	Acenaftylen	0.8	4.0	.....	.....	.....	.....
6	Acenaften	7.9	2.0	.....	.....	.....	.....
7	Fluoren	9.4	9.9	.....	.....	.....	.....
8	2-Metylfluoren	.....	.....	.....	.....	.....	.....
9	1-Metylfluoren	1.1	1.3	.....	.....	.....	.....
10	Fenantren	79.0	3.1	.....	.....	.....	.....
11	Antracen	19.0	1.7	.....	.....	.....	.....
12	3-Metylfenantren	12.0	20.0	.....	.....	.....	.....
13	2-Metylfenantren	16.0	17.0	.....	.....	.....	.....
14	2-Metylantracen	11.0	9.2	.....	.....	.....	.....
15	4,5-Metylenefenantren	14.0	5.4	.....	.....	.....	.....
16	4-og/eller 9-Metylfenantren	12.0	16.0	.....	.....	.....	.....
17	1-Metylfenantren	9.3	18.0	.....	.....	.....	.....
18	Fluoranten	87.0	1.9	.....	.....	.....	.....
19	Benz(e)acenaftylen *	3.2	1.4	.....	.....	.....	.....
20	Pyren	71.0	2.3	.....	.....	.....	.....
21	Etyl-metyl-fenantren *	11.0	3.6	.....	.....	.....	.....
22	Benzo(a)fluoren	16.0	1.5	.....	.....	.....	.....
23	Benzo(b)fluoren	14.0	2.4	.....	.....	.....	.....
24	4-Metylpyren	.....	.....	.....	.....	.....	.....
25	2-Metylpyren / Metylfluoranten .....	5.5	1.9	.....	.....	.....	.....
26	1-Metylpyren	3.8	1.0	.....	.....	.....	.....
27	Benzo(ghi)fluoranten	5.2	2.6	.....	.....	.....	.....
28	Benzo(c)fenantren	6.5	4.6	.....	.....	.....	.....
29	Cyclopenteno(cd)pyren	.....	.....	.....	.....	.....	.....
30	Benzo(a)antracen	53.0	11.0	.....	.....	.....	.....
31	Krysen og Trifenylen	54.0	12.0	.....	.....	.....	.....
32	Benzo(b)fluoranten	.....	.....	.....	.....	.....	.....
33	Benzo(j)fluoranten	63.0	6.3	.....	.....	.....	.....
34	Benzo(k)fluoranten	.....	.....	.....	.....	.....	.....
35	Benzo(e)pyren	33.0	2.2	.....	.....	.....	.....
36	Benzo(a)pyren	7.8	1.6	.....	.....	.....	.....
37	Perylen	12.0	0.2	.....	.....	.....	.....
38	Indeno(1,2,3-cd)pyren	2.2	0.2	.....	.....	.....	.....
39	Dibenz(ac / ah)antracener	8.1	0.2	.....	.....	.....	.....
40	Benzo(ghi)perylene	1.8	0.1	.....	.....	.....	.....
41	Antantren	.....	.....	.....	.....	.....	.....
42	Coronen	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Sum identifisert PAH		649.6	164.6				
	Dibenzofuran	6.1	3.4	.....	.....	.....	.....
	Dibenzothiolen	5.6	5.0	.....	.....	.....	.....
	Carbazol	18.0	38.0	.....	.....	.....	.....
	Benzo(d,e,f)dibenzothiolen *	.....	0.8	.....	.....	.....	.....
	Benzo(a)naften	15.0	10.0	.....	.....	.....	.....
	Benzo(f)antridin	2.7	2.0	.....	.....	.....	.....
	Benzo(c,d)pyren-6-on	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Sum identifiserte POM		47.4	59.2				
Total sum identifisert		724.8	230.3				

Deteksjonsgrense

\* Verifisert ved tidligere MS-data. Kommersiell standarder ikke tilgjengelig.

---

**NIVA**



**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2712-1