



RAPPORT LNR 4647-2003

**O**vervåking av  
sjøområdene under  
utbygging av kaiområde  
ved Langnes-Pinnen,  
Arendal kommune



<b>Hovedkontor</b> Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00 Internet: www.niva.no	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 3 4879 Grimstad Telefon (47) 37 29 50 55 Telefax (47) 37 04 45 13	<b>Østlandsavdelingen</b> Sandvikaveien 41 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	<b>Vestlandsavdelingen</b> Nordnesboder 5 5005 Bergen Telefon (47) 55 30 22 50 Telefax (47) 55 30 22 51	<b>Akvaplan-niva</b> 9296 Tromsø Telefon (47) 77 75 03 00 Telefax (47) 77 75 03 01
---	---	--	---	---

Tittel Overvåking av sjøområdene under utbygging av kaiområde ved Langnes-Pinnen, Arendal kommune	Løpenr. (for bestilling) 4647-2003	Dato 19 mars 2003
	Prosjektnr. Undernr. O-21801	Sider Pris 23
Forfatter(e) Moy, Frithjof Håvardstun, Jarle Kroglund, Tone	Fagområde Biologisk mangfold	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) A-T Trepark AS	Oppdragsreferanse Aasulv Løvdal
------------------------------------	------------------------------------

<p><b>Sammendrag</b></p> <p>NIVA fikk i oppdrag av A-T Trepark å gjennomføre en overvåking av sjøområdene ved Langnes (Eydehavn) under bygging av et nytt kaianlegg for utskipning av trevirke. Formålet med overvåkingen var å kartlegge effekter av tiltaket og omfanget av eventuell spredning av forurensede partikler til nærliggende sjøområder under utfylling med sand og sprengstein på nåværende sjøbunn. Fokus lå på en mulig spredning med strømmen nordover mot sørøst-siden av Buøy som i dag antas å være uforurenset.</p> <p>Vannanalysene viste episodisk lokal spredning av partikler under utfyllingsarbeidene. Partiklene var mest sannsynlig ufarlig fin sand og steinstøv siden det ikke ble målt spredning av miljøgifter i vannprøvene. Prøver av bunnsedimentene sørøst for Buøya viste en markert spredning av miljøgiften PAH til et begrenset sjøområde innenfor ca. 100m avstand til anleggetsområdet. Prøver tatt av bunnsedimentet ca. 250m fra anlegget, viste ingen økt forurensning. Ut fra dette vurderes valgte tildekkingsmetode og utførelse som god med liten spredning av forurensende bunnsedimenter. På bakgrunn av generelt høye PAH-verdier i Tromøysundet, vurderes påviste spredning å gi liten forringelse av miljøkvaliteten i området.</p>
---

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Miljøgifter</li> <li>2. Bunnsedimenter</li> <li>3. Partikkelspredning</li> <li>4. PAH</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contaminants</li> <li>2. Bottom sediments</li> <li>3. Particle dispersion</li> <li>4. PAH</li> </ol>
---	---

  
Frithjof Moy  
Prosjektleder

  
Kari Nygaard  
Forskningsleder

  
Jens Skei  
Forskningsdirektør

**Overvåking av sjøområdene under  
utbygging av kaiområde ved  
Langnes-Pinnen,  
Arendal kommune**

## Forord

Denne undersøkelsen er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag fra A-T Trepark i henhold til programforslag av 4. september 2000 og revidert forslag 12. september 2000. Tone Kroglund har vært prosjektleder frem til 15.02.02 og Frithjof Moy fra denne dato.

Anmodningen ble gitt av A-T Trepark AS, tidligere Nidarå Tømmer-  
salgslag, Arendal, ved Aasulv Løvdal. Bakgrunnen for overvåkings-  
oppdraget var utbygging av ny utskipingshavn for trevirke ved Langnes  
(Eydehavn).

Tone Kroglund, Jarle Håvardstun og Lise Tveiten har vært ansvarlig for  
innsamling av hydrografiprofiler, transmisjonsmålinger, strømmålinger,  
vannprøver og bunnsedimenter.

Analyser av vann- og sedimentprøver er utført ved NIVAs laboratorier.

Jarle Håvardstun og Frithjof Moy er ansvarlig for rapportering av  
undersøkelsen.

Grimstad, 19. mars 2003



Frithjof Moy  
Prosjektleder

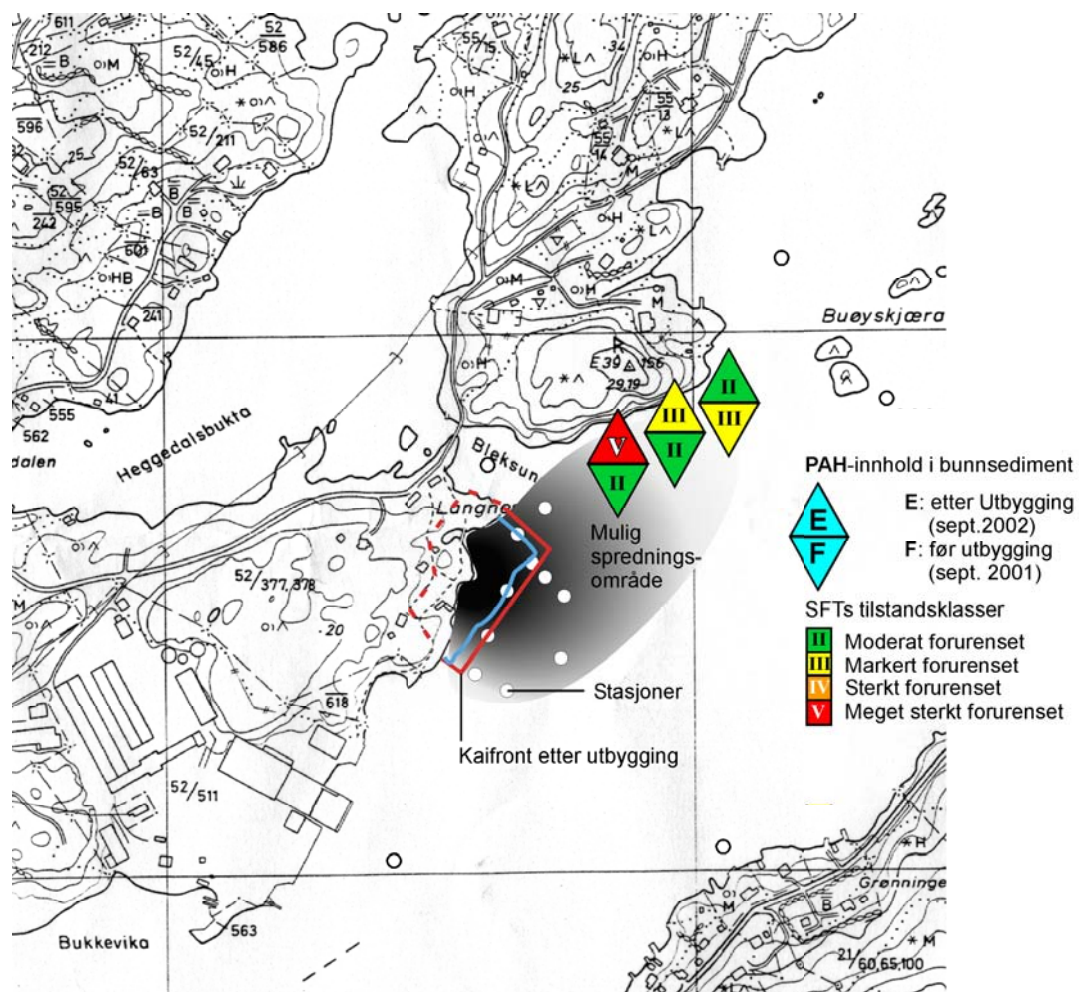
# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Formål med overvåkingen	6
<b>2. Metoder</b>	<b>7</b>
2.1 Hydrografiprofiler	7
2.2 Transmisjonsmålinger	7
2.3 Vannprøver	7
2.4 Bunnsedimenter	7
2.5 Innsamlingsprogram	8
2.6 Kart over undersøkelsesområdet	9
<b>3. Resultater</b>	<b>10</b>
3.1 Temperatur og saltholdighetsprofiler	10
3.2 Kartlegging av partikkelspredning	12
3.3 Miljøgifter i vannprøvene	15
3.4 Miljøgifter i sedimentprøver	16
3.5 Vurdering og sammenligning med andre undersøkelser	18
<b>4. Litteratur</b>	<b>20</b>
<b>Vedlegg A. Analyseprinsipper</b>	<b>21</b>

---

## Sammendrag

På oppdrag av A-T Trepark har NIVA gjennomført overvåking av sjøområdene ved Langnes (Eydehavn) i forbindelse med bygging av et nytt kaianlegg for utskipping av trevirke. Anleggsarbeidet har bestått i utfylling med sand for å tildekke gammel forurenset sjøbunn og deretter utfylling med stein for å utvide kaiarealet, samt øke kaidybden. Formålet med overvåkingen var å kartlegge omfanget av eventuell spredning av forurensete partikler fra anleggsområdet til nærliggende sjøområder. Avhengig av strømforholdene på observasjonstidspunktene ble målinger foretatt både nord og sør for anlegget. Fokus lå likevel på en mulig spredning med strømmen nordover til sørøst-siden av Buøy som i dag antas å være uforurenset. Vannanalysene viste episodisk, begrenset lokal spredning av partikler under utfyllingsarbeidene. Partiklene var mest sannsynlig ufarlig fin sand og steinstøv siden det ikke ble målt spredning av miljøgifter i vannprøvene. Prøver av bunnsedimentet sørøst for Buøya viste imidlertid en markert økning i PAH fra *moderat forurenset* høsten 2001 til *meget sterkt forurenset* høsten 2002 (Figur 1) på den nærmeste prøvestasjonen. Det indikerer en spredning av PAH-holdig til et begrenset sjøområde innenfor ca. 100m avstand til anlegget. Prøver tatt av bunnsedimentet ca. 250m fra anlegget, viste ingen økt forurensning. Ut fra dette vurderes valgte tildekkingsmetode som god med liten spredning av forurensete bunnsedimenter. På bakgrunn av generelt høye PAH-verdier i Tromøysundet, vurderes påviste spredningen å gi liten forringelse av miljøkvaliteten.



**Figur 1.** Mulig spredning av partikler fra anleggsarbeidene ut fra målinger i vannsøylen og målt konsentrasjoner av PAH i bunnsedimentene ved Buøya før og etter utbyggingsarbeidene.

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

I forbindelse utbygging av ny utskipingshavn for trevirke ved Langnes (Eydehavn), fikk NIVA i oppdrag av A-T Trepark AS å gjennomføre en overvåking av sjøområdene under utbyggingen.

Tidligere har NIVA gjennomført en miljøkonsekvensutredning for utbyggingen (Bakke og Helland 2000). De faktorer som ble ansett å kunne gi miljøvirkninger av betydning under anleggsvirksomheten, var oppvirvling av bunnsedimenter ved utfylling med sprengstein og utlekking av finmateriale og nitrogen fra fyllmassen. Ut fra fremherskende strømforhold i området var virkningene forventet å bli lokale, og primært avgrenset til de eksisterende industriområdene sørvest for kaianlegget der bunnen allerede er belastet på tilsvarende måte som de virkningene man forventer (nedslamming, tilførsel av forurensede bunnsedimenter). Ved strøm mot nord ble det ansett at området øst av Buøy, som i dag er upåvirket, kunne få tilført forurensede partikler. En oppvirvling av forurensede sedimenter, ble også ansett å kunne utsette fisk og skalldyr i nærområdet for økt mengde forurensede partikler i vannmassene, og en akkumulering av miljøgifter via disse kan ikke utelukkes.

Under drift er det kun propelloppvirvling av forurensede bunnsedimenter som forventes å kunne gi belastning av betydning. Virkningsmønster og influensområde vil være som for oppvirvling under utfylling. Propelloppvirvlingen vil avta over tid ettersom finfraksjonen i sedimentene ved kaia transporteres bort.

I konsekvensutredningen ble det anbefalt en overvåking i tilknytning til anleggsarbeidet, av partikkelspredning til omkringliggende områder, inklusiv en mulig spredning nordover til østsiden av Buøya. Det gjennomførte overvåkingprogrammet ble basert på konsekvensutredningen.

Tidligere undersøkelser har vist høye miljøgiftkonsentrasjoner, spesielt av PAH, i Tromøysund, som f.eks. i Bukkevika, Trollnes og Heggedalstippen. Det var derfor grunn til å overvåke situasjonen under utbyggingen av Langnes-Pinnen.

## 1.2 Formål med overvåkingen

*Formålet med overvåkingen var å kartlegge omfanget av spredning av forurensede partikler fra anleggsområdet til nærliggende sjøområder, under utfylling med sand og sprengstein på nåværende sjøbunn. Fokus lå på en mulig spredning nordover mot østsiden av Buøy som i dag antas å være uforurenset.*

## 2. Metoder

### 2.1 Hydrografiprofiler

Vertikalprofiler av saltholdighet og temperatur ble tatt på to stasjoner nordøst og sørvest, for å få informasjon om bl.a. sjiktning i vannmassene. Målingene ble tatt flere ganger under utfyllingsprosessen. Målingene ble tatt med en nedsenkbar, selvregistrerende sonde (SeaBird SBE-19 og SD200) som logger konduktivitet (som omregnes til saltholdighet), temperatur og trykk (dyp) med stor nøyaktighet.

### 2.2 Transmisjonsmålinger

Målingene ble foretatt med et transmisjonsmeter (Q-meter). Dette instrumentet måler vannets gjennomsjinnelighet som prosent svekning i lystransmisjon, dvs. at både vannets farge (egen-svekning) og partikler i vannet, måles. Det innebærer at også oppløst materiale i vannmassene (farge) gir utslag på transmisjonsmålingene. Målingene med Q-meter blir gjort ved manuell avlesning på de ulike dypene. Feltarbeidet ble gjennomført samtidig med måling av hydrografiprofiler og vannprøvetaking. Målingene dekket de samme stasjonene som hydrografiprofilene, i tillegg til stasjoner nærmere anleggsområdet.

Som supplement til transmisjonsmålingene ble siktedypet fra overflaten målt. Til dette brukes en hvit sirkulær plast skive (Secchi-skive) som senkes ned til den ikke lenger er synlig og så heves igjen. Siktedypet er det dypet der skiven ikke lenger er synlig, og er funksjon både av fargen på vannet og innholdet av partikler.

### 2.3 Vannprøver

Samtidig med transmisjons- og CTD-målingene ble det tatt vannprøver på ca 1 meters dyp for analyse av aktuelle forurensningskomponenter:

- polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH),
- polyklorerte bifenyler (PCB),
- tungmetallene kadmium (Cd), bly (Pb) og kobber (Cu).
- total partikkelmengde.

Vannprøvene ble tatt med vannprøvetaker eller en nedsenkbar pumpe. Prøvene ble tappet på flasker egnet for de utvalgte parametrene og sendt til NIVAs akkreditert laboratorium for analyse. Vannprøvene ble analysert etter akkrediterte metoder for PAH, PCB, og tungmetaller i sjøvann. Partikkelmengde og størrelsesfordeling ble analysert ved bruk av en Coulter Multisizer partikkelanalysator.

### 2.4 Bunnsedimenter

Som en endelig kontroll på at anleggsvirksomheten eventuelt ikke har ført til forurensning av bunnområdene mot nord, ble det tatt et utvalg prøver av bunnsedimentene i området øst for Buøya før anleggsvirksomheten startet opp (før-situasjonen), og tilsvarende prøver ble tatt etter at kaianlegget var ferdig. Med hensyn til formålet ble prøvene fra før-situasjonen lagret og skulle analyseres kun dersom etterprøvene viste høyere verdier enn forventet.

Bunnprøvene ble tatt med håndgrabb/corer og de 2 øverste cm av sedimentet ble lagt på spesial-glass for forsendelse til NIVA-lab. i henhold til akkrediterte rutiner.



## 2.5 Innsamlingsprogram

Program for feltinnsamlinger:

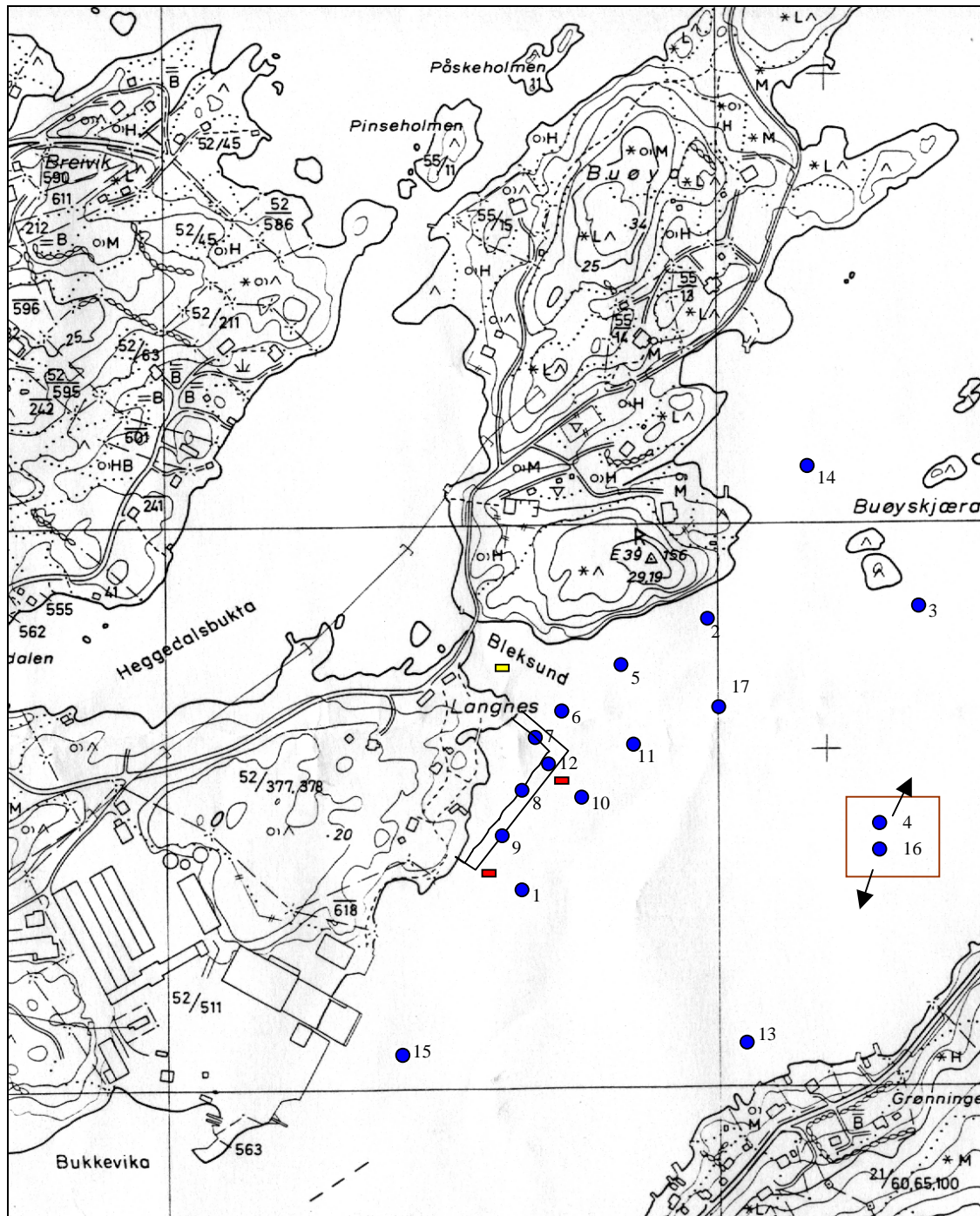
	<b>Før utfyllingsarbeider</b>	<b>Under sandtildekking</b>	<b>Utfyllingsfasen</b>	<b>Videre planering på land</b>	<b>Etter ferdig utfylling</b>
Antall tokt	1 tokt	2 tokt	4 tokt	1 tokt	1 tokt
<b>Bunnsedimentprøver</b>	3 stasjoner øst av Buøy				3 stasjoner øst av Buøy
<b>Hydrografi-profiler (CTD)</b>		2 stasjoner, nordøst og sørvest for anlegget	2 stasjoner, nordøst og sørvest for anlegget	2 stasjoner, nordøst og sørvest for anlegget	
<b>Transmisjonsmålinger og siktedyp</b>		2 stasjoner + flere målinger i og rundt utfyllingsområdet	2 stasjoner + flere målinger i og rundt utfyllingsområdet	2 stasjoner + flere målinger i og rundt utfyllingsområdet	
<b>Vannprøver</b>		3 prøver til sammen	5 prøver til sammen	1 prøve til sammen (analyseres kun hvis tidligere prøver har vist spredning**)	

\*\* I henhold til programforslag lagres prøver for eventuell analyse, hvis de første analysene under utfylling ikke indikerer spredning.

Kronologisk rekkefølge på innsamlingsprogrammet:

Oppgaver	Dato	Fase	Stasjoner
Sedimentprøver fra Buøya	18. sep 2001	Før-situasjon	3
Dagstokter for innsamling av vannprøver, måling av siktedyp, turbiditet, salt og temperatur	26. sep 2001	Sandtildekking	16
	2. okt 2001	Sandtildekking	5
	22. okt 2001	Utfylling m. stein	5
	26. okt 2001	Utfylling m. stein	5
	30. okt 2001	Utfylling m. stein	8
Vannanalyser	6. nov 2001	Utfylling m. stein	6
	25. feb 2002	Byggefase	6
	samme datoer		9
Sedimentprøver fra Buøya	20. sep 2002	Etter-situasjon	3

## 2.6 Kart over undersøkelsesområdet

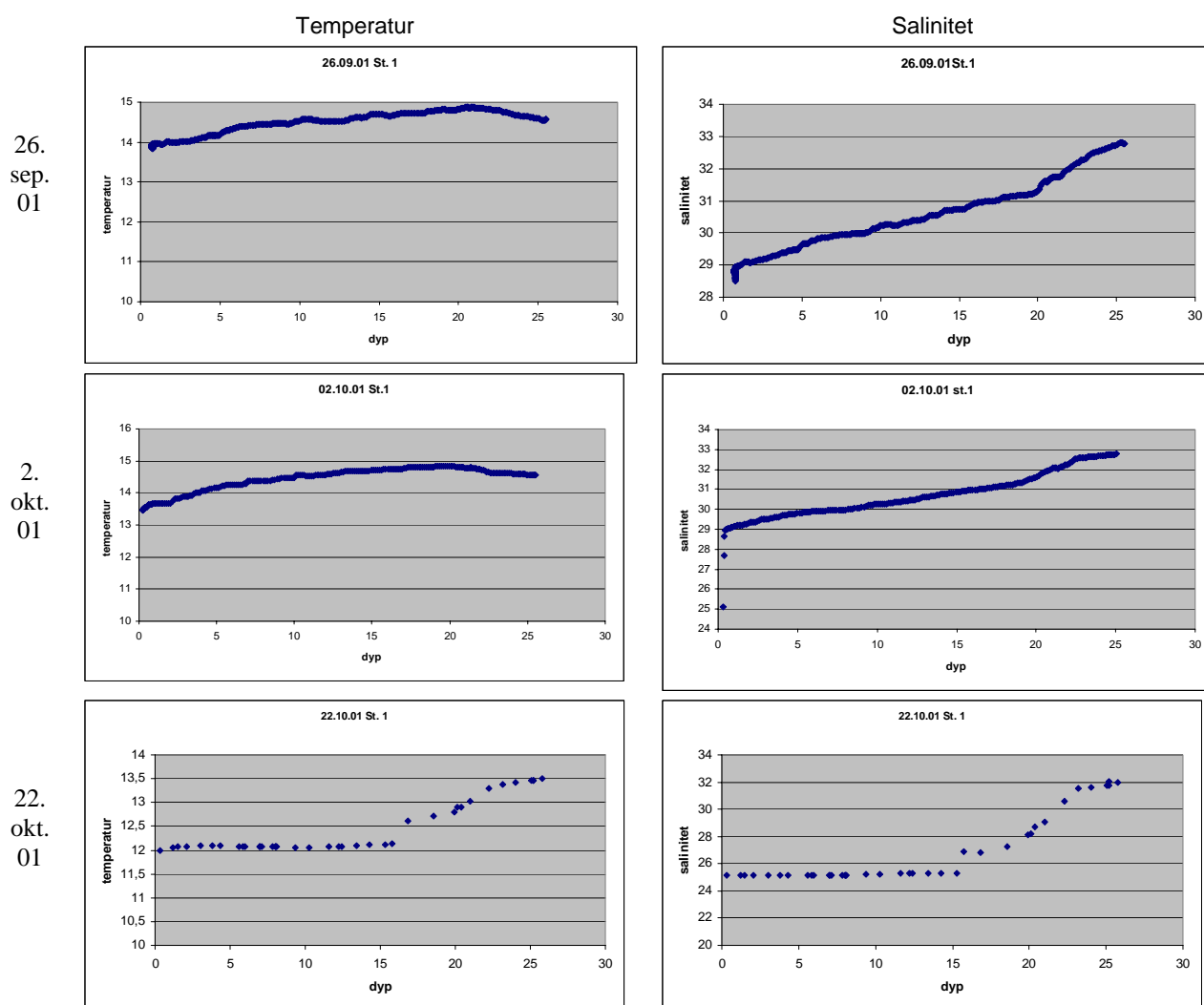


**Figur 2.** Kart over utbyggingsområdet og overvåkingsstasjoner. Ikke alle stasjoner ble prøvetatt på hver feltrunde, men det ble gjort et utvalg på bakgrunn av strøm og vindobservasjoner gjort i felt på de ulike datoene. Referansestasjon 4 ble plassert langt nord og referansestasjon 16 ble plassert langt sør for utbyggingsområdet.

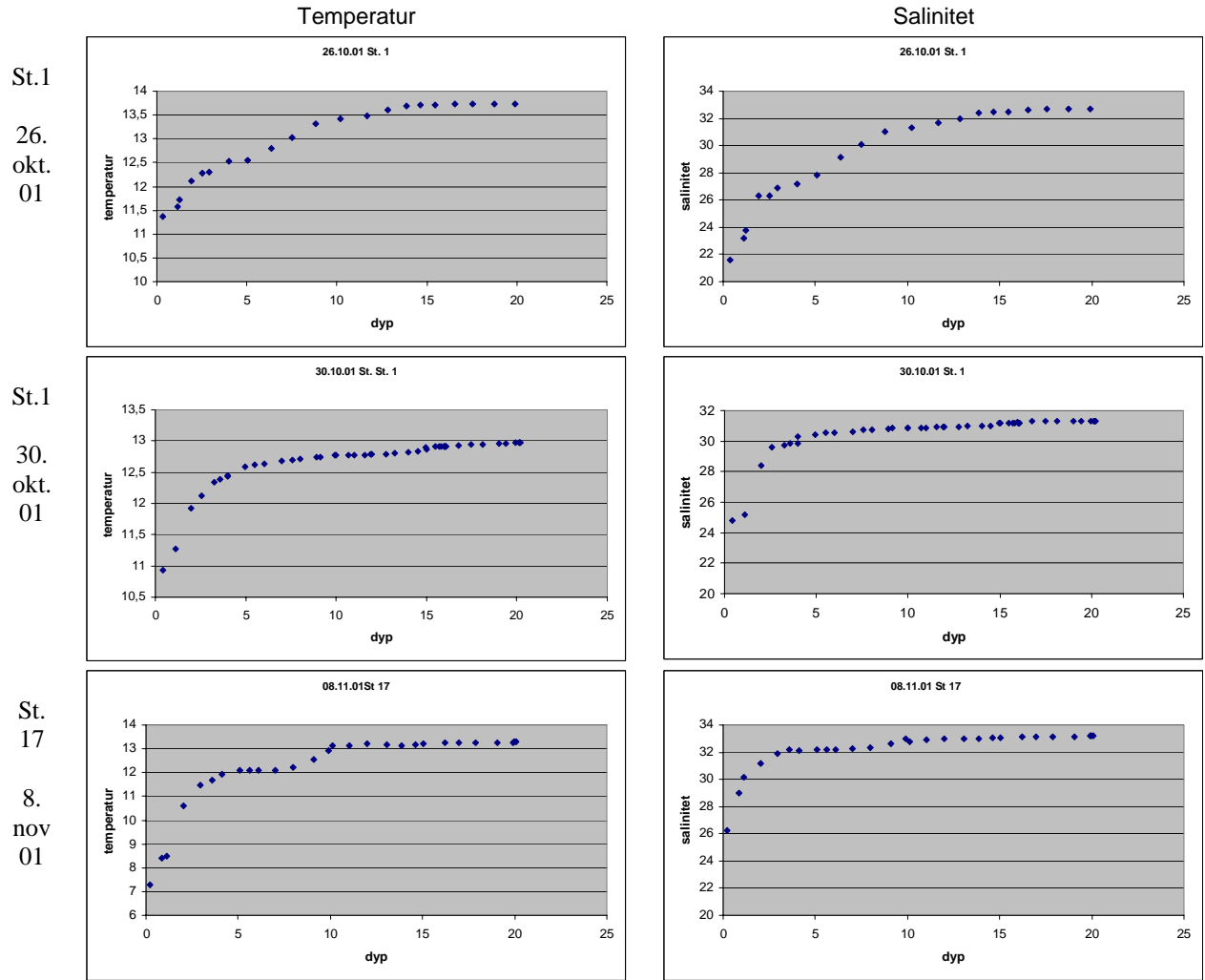
## 3. Resultater

### 3.1 Temperatur og saltholdighetsprofiler

Salt og temperatur bestemmer vannets tetthet som har innvirkning på partiklenes synkehastighet og spredning. Salt og temperatur ble derfor målt som en basisparameter ved siden av de andre målingene. Resultatene er vist i tabellene nedenfor. Generelt øker både temperaturen og saltholdigheten med dypet, dvs. et kaldere og ferskere overflatelag og et varmere og saltere dypvann. Detaljene i Figur 3 og Figur 4 kommenteres ikke nærmere her, annet enn at det er tatt hensyn til profilene ved tolking av de andre måleresultatene.



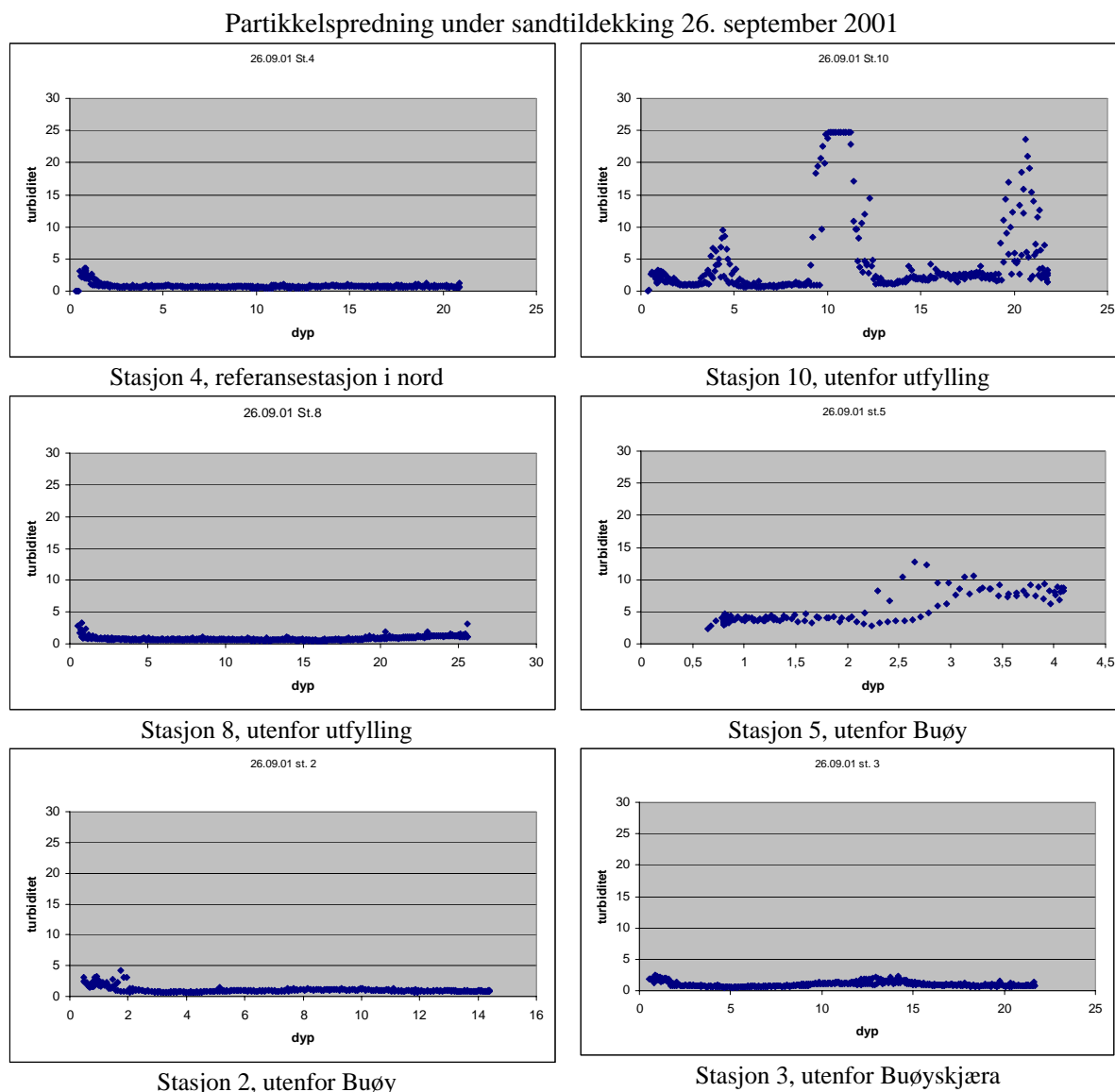
**Figur 3.** Temperatur og saltholdighet (salinitet) målt på stasjon 1 på ulike tidspunkt under fasen med sandutfylling. Merk at dyp er på den liggende akse og at dybde øker mot høyre.



**Figur 4.** Temperatur og saltholdighet (salinitet) målt på stasjon 1 eller stasjon 17 på ulike tidspunkt under fasen med steinutfylling. Merk at dyp er på den liggende aksene og at dybde øker mot høyre.

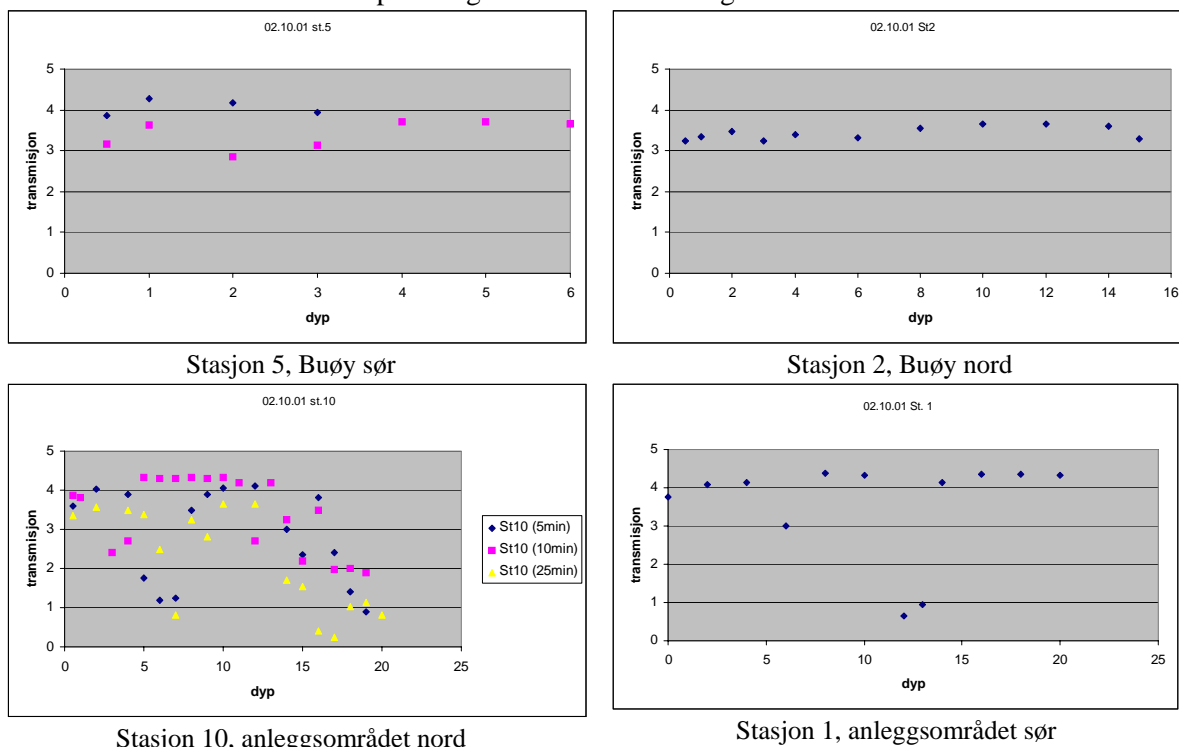
### 3.2 Kartlegging av partikkelspredning

Det ble benyttet en SeaBird SBE-19 sonde den 26.09.01. SeaBird sonden registrerer ikke transmisjon, men turbiditet. Dette gir et uttrykk for partikkelinnholdet i vannmassene, dvs. mye partikler gir høy måleverdi (turbiditet). Transmisjonsmeteret derimot måler gjennomsjennelighet dvs. at mye partikler gir lav måleverdi (gjennomsjennelighet). Den 26.09, under utfylling med sand, ble det tatt flere profiler utenfor utfyllingsområdet. Profiler fra 6 stasjoner er vist i Figur 5.



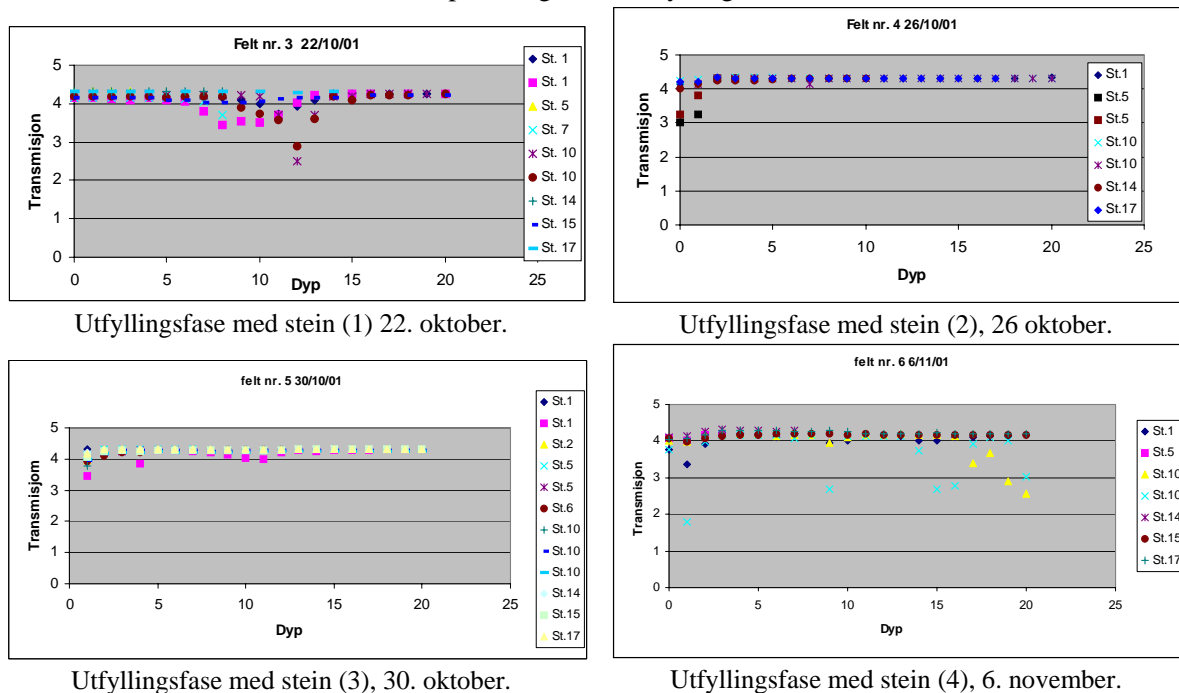
**Figur 5.** Turbiditetsmålinger den 26. september 2001 på 6 stasjoner under arbeidene med sandtildekning. Merk at dyp er på den liggende akse og at dybde øker mot høyre. Merk også at det er ulik dybde på stasjonene. Lav verdi = klart vann, lite partikler. Høy verdi = mye partikler.

Partikkelspredning under sandtildekning 2. oktober 2001



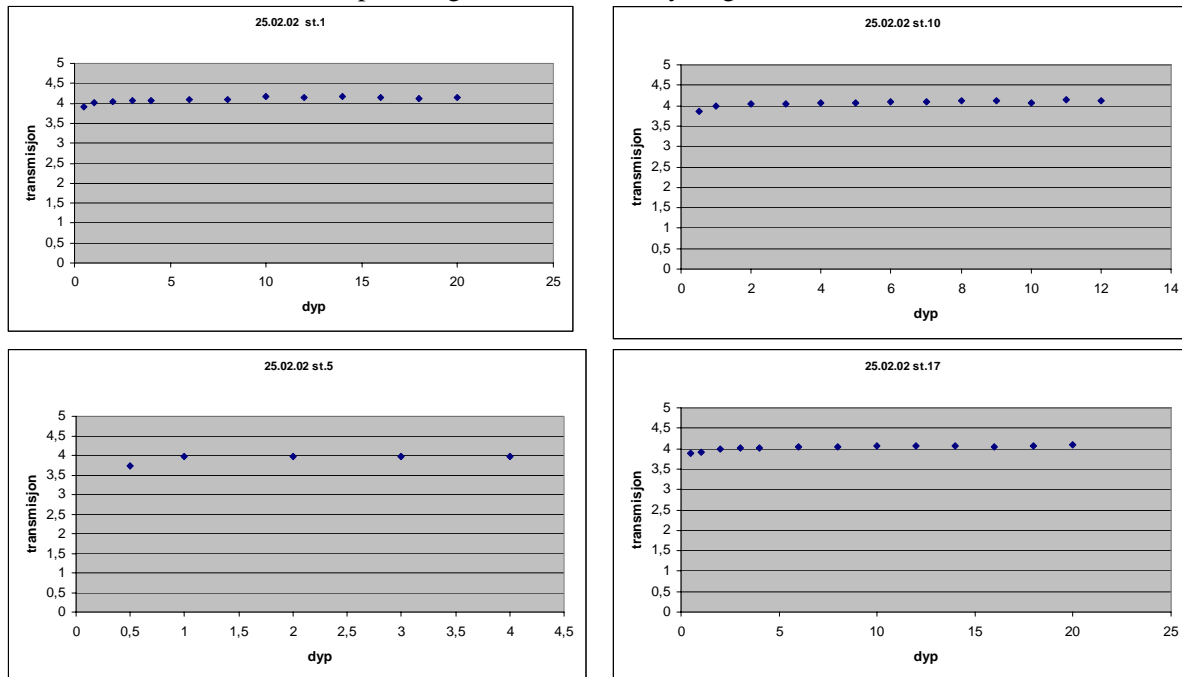
**Figur 6.** Vannklarhet (transmisjon) målt på 4 stasjoner den 2. oktober 2001, under utfylling med sand. Målingene på stasjon 10 er målt på hhv. 5, 10 og 25 minutter etter en konkret sand utfyllingsepisode. Merk at dyp er på den liggende aksene og at dybde øker mot høyre. Merk også at det er ulike dybde på stasjonene. Verdier over 4 regnes som klart vann.

Partikkelspredning under utfylling med stein



**Figur 7.** Vannklarhet (transmisjon) målt på 4 tidspunkt under fasen med steinutfylling. Hver figur viser måleresultater fra flere stasjoner. Merk at dyp er på den liggende aksene og at dybde øker mot høyre. Verdier over 4 regnes som klart vann.

## Partikkelspredning etter avsluttet utfylling, 25. februar 2002



**Figur 8.** Vannklarhet (transmisjon) målt på 4 stasjoner den 25. februar 02, etter at utfyllingsarbeidene er fullført, men videre arbeid på land pågår. Merk at dyp er på den liggende akse og at dybde øker mot høyre. Merk også at det er ulike dybde på stasjonene. Verdier over 4 regnes som klart vann.

Målingene den 26.09.02 fra stasjon 4, som ligger nord i Tromøysundet, (Figur 5) viser referanseprofilen fra en upåvirket stasjon for denne dagen med turbiditet på under 5 i hele vannsøylen. Målinger fra stasjon 10 som ligger nær utfyllingsområdet, viser høy partikkeltetthet i 3 dybdesjikt på denne dagen. Forhøyet turbiditet ble målt i 5m, 10m og 20m dyp. Under sandutfyllingen har det denne dagen lagt seg et lag med partikler spesielt på dybdeintervallet 8-12m. Samtidig ble det målt en partikkelsky ved bunnen som kan bestå av både oppvirvlede sedimenter og sand. På stasjon 5, ved Buøya nord for stasjon 10, ble det også målt forhøyet turbiditet ved bunnvannet som kan tyde på en spredning nordover til stasjon 5. På stasjon 2 lenger nord, ble det målt marginalt forhøyede verdier i overflatevannet, mens det ikke ble målt forhøyede verdier på stasjon 3 mot øst eller stasjon 8 mot sør. Det tolkes som at spredningen av finpartikler i hovedsak har gått nordover med nordgående strøm på måletidspunktet. Målingene viser også at transporten har vært begrenset til et lokalt område.

De etterfølgende feltrundene med transmisjonsmålinger viste liten til ingen indikasjon på spredning av partikler mot stasjon 5 og 2 nord for utfyllingsområdet. Det ble derimot påvist mye partikler (lav transmisjon) på stasjonene nær utfyllingsområdet, stasjon 1 og 10 (Figur 6). Her ble det påvist partikler i vannlaget mellom 5-12m og i dypvannet 14-20m. På stasjon 10 ble det målt på partikler hhv. 5, 10 og 25 minutter etter en sandutfylling og resultatet viser mye partikler i vannet selv etter 25 minutter. Dette kan tolkes som en tilgrumsing av mediære vannmasser av finpartikler fra utfyllingsmassen og oppvirvling av bunnsedimenter. På feltrunde 3 under steinutfylling (Figur 7) ble det observert partikkelspredning på stasjon 10 i 8-12m dyp. Dette er sannsynligvis finmateriale fra selve fyllmassen dvs, løsmasser og steinstøv fra sprengstein. På feltrunde 4 og 5 ble det ikke målt partikkelspredning. På feltrunde 6 under steinutfyllingen (Figur 7) ble det på stasjon 10 ved utfyllingsområdet, funnet lave transmisjonsverdier i bunnvannet som kan indikere oppvirvling av bunnsedimenter. Etter avsluttet utfyllingsarbeid, ble det målt god vannklarhet i hele vannsøylen på flere stasjoner, som vist i Figur 8.

I konsekvensutredningen for kaiutbyggingen (Bakke og Helland 2000) antar man at oppvirvlede sedimenter vil kunne ha en spredningsavstand på ca 250 m. Det synes å kunne stemme med de målinger som er gjort i vannsøylen under utfyllingsarbeidet. Stasjon 5 hvor det ble funnet partikkelspredning ligger i en avstand på 150-200m fra utfyllingsområdet. Stasjon 2 (Buøya) og 3 (Buøyskjæra) ligger i en større avstand enn dette fra utfyllingsområdet, og det ble ikke påvist partikler under anleggsarbeidet på disse stasjonene. Det er derfor grunn til å anta at spredningen har vært svært lokal, og det ble ikke påvist partikkelspredning mot områdene ved Buøyaskjæra og nord for disse.

### 3.3 Miljøgifter i vannprøvene

Resultatene fra vannanalysene er gitt i Tabell 1 og resultatene er klassifisert etter SFTs tilstandsklassifiseringssystem for vannkvalitet (Molvær et al., 1997). Mengden totalt suspendert materiale (TSM, partikler i vannprøvene) på de ulike prøvetakingsdatoene varierte mellom 0,51 til 8,68. Disse måleverdiene kan sammenliknes med en referanseverdi på 0,8 (standardavvik = 0,5) som er en gjennomsnittsverdi for kystvann upåvirket av tiltaket, målt 1 nautisk mil utenfor Torungen på overvåkingsstasjonen under det nasjonale Kystovervåkingsprogrammet (Moy 2002). TSM viser stor variasjon i partikkelinnhold fra prøvedag til prøvedag.

Med hensyn til tungmetallet kadmium viste vannprøvene under og etter anleggsarbeidet generelt lave konsentrasjoner (klasse I og II), med unntak av en dato, 30.10.01, hvor vannprøven inneholdt en konsentrasjonen tilsvarende til tilstandsklasse III (*markert forurenset*). Konsentrasjonene av kobber (Cu) og bly (Pb) varierte fra tilstandsklasse II (*moderat forurenset*) til tilstandsklasse IV (*sterkt forurenset*).

Konsentrasjonen av PAH i vann varierte mellom 15,6 og 87,8 ng/l i utbyggingsperioden og lå på 25,3 ng/l i den ene etterprøven. Det er ikke utarbeidet tilstandsklasser for PAH i vann slik at tilstanden er ikke klassifisert. Konsentrasjonene av PCB var svært lave og under deteksjonsgrensen for analysene i alle prøvene.

Typisk for vannprøvene var svært stor variasjon fra prøvedag til prøvedag og uten synlig sammenheng mellom konsentrasjonene av de ulike måleparametrene. Anleggsarbeidet består av episodisk hendelser med spredning av sand og steinstøv knyttet til utfyllingen og produserer derfor svært variable forhold. Vannprøvene gjenspeiler således den store variasjonen i forurensningsbelastningen under arbeidet.

**Tabell 1.** Konsentrasjoner av suspendert materiale (TSM), tungmetallene kadmium (Cd), kobber (Cu) og bly (Pb), PAH<sub>16</sub> og PCB<sub>7</sub> i vannprøver fra Langnespinnen under og etter anleggsvirksomheten. SFTs tilstandsklassifiseringssystem for vannkvalitet (Molvær et al., 1997)

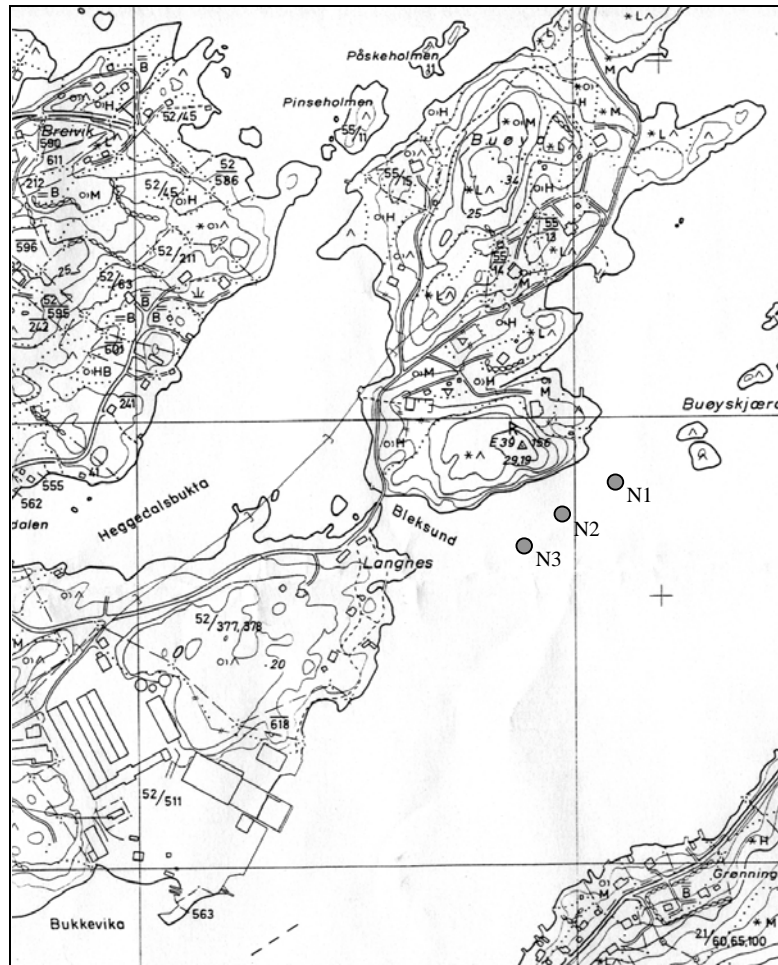
Dato og fase	Stasjon	dyp	TSM	Cd µg/l	Cu µg/l	Pb µg/l	Sum PAH <sub>16</sub> ng/l	Sum PCB <sub>7</sub> ng/l	
26/09/01	u	St 12	1m	8,68	0,029 (I)	1,08 (III)	0,53 (IV)	87,8	<0,1
26/09/01	u	St 5	1m	3,49	0,046 (II)	0,54 (II)	0,15 (III)	76,6	<0,1
02/10/01	u	St 10	16 m	19,4	0,026 (I)	0,64 (II)	0,41 (III)	30,4	<0,1
22/10/01	u	St 10	1m	0,72	0,037 (II)	1,73 (IV)	0,35 (III)	15,6	<0,1
26/10/01	u	St 14	1m	0,51	0,030 (II)	0,74 (III)	0,17 (III)	76,1	<0,1
30/10/01	u	St 17	1m		0,150(III)	1,15 (III)	0,69 (IV)	62,6	<0,1
08/11/01	u	St 1	1m	2,13	0,041 (II)	1,17 (III)	0,37 (III)	85,0	<0,1
08/11/01	u	St 17	1m	0,81	0,024 (I)	0,51 (II)	0,10 (II)	29,1	<0,1
		Gj. snitt		5,1	0,038 (II)	0,95 (III)	0,35 (IV)	57,9	0
15/02/02	e	St 1	1m	1,2	0,032 (II)	0,69 (III)	0,19 (II)	25,3	<0,1



### 3.4 Miljøgifter i sedimentprøver

Innsamling av sedimentprøver ble foretatt på to datoer: 18. september 2001, før anleggsarbeidet på land og i sjø startet, og 20. september 2002, etter at utfyllingsarbeidene var avsluttet.

Prøvetakingsstasjonene N1, N2 og N3, er vist på kart i Figur 9. Analyseresultatene er gjengitt i Tabell 2. Alle tre prøvene ble tatt fra sørøst-enden av Buøya, utenfor bratt skrånende fjell (se kart). Dybden var 10-15meter. Plassering av stasjonene på kartet er kun omtrentlig for første prøvetakingsrunde, ettersom det var sterk avdrift pga. bølger og vind den 18. september 01.



Figur 9. Stasjonskart for sedimentprøvetaking.

**Tabell 2.** Analyseresultater av overflatesedimentprøver (0-2cm sjikt) fra Buøya før og etter anleggsarbeider på Langnes-Pinnen. Tilstandsklasse iht. SFTs klassifiseringssystem er vist med romertall. ia = ikke analysert. Cd, Cu og Pb er oppgitt i mg/kg våtvekt. PCB og PAH er oppgitt i µg/kg tørrvekt.

Fase	Stasj.	dato	TTS %	korn<63µ m% t.v	TOC	Cd	Cu	Hg	Pb	PCB <sub>7</sub>	PAH
Før	N1	18/09/01	54,4	26	13,7	ia	ia	ia	ia	ia	2 312 (III)
	N2	18/09/01	40,9	27	15,7	ia	ia	ia	ia	ia	1 305 (II)
	N3	18/09/01	19,9	29	18,3	ia	ia	ia	ia	ia	1 791 (II)
	Gj.snitt		38,4	27	15,9						1 802
Etter	N1	20/09/02	47,9	11	6,9	0,09 (I)	13,2 (I)	0,04 (I)	17 (I)	<0.5 (I)	1 998 (II)
	N2	20/09/02	53,1	30	16,7	0,09 (I)	12,5 (I)	0,05 (I)	17 (I)	<0.5 (I)	3 729 (III)
	N3	20/09/02	46,4	30	46,7	0,69 (II)	35,3 (I)	0,05 (I)	23 (I)	<0.5 (I)	25 081 (V)
	Gj.snitt		49,1	23,7	23,4						10 269

Sedimentprøvene tatt etter anleggsperioden (20. september 02) ble analysert først. Disse viste at bunnsedimentene ved Buøya ikke var forurenset av tungmetaller eller PCB. Imidlertid var konsentrasjonen av PAH i bunnsedimentet på den nærmeste stasjonen (stasjon N3 i Figur 9 og Tabell 3) betydelig høyere enn på de to andre stasjonen. Ut fra dette var det behov for å sammenlikne med før-situasjonen. (Prøvene som ble innsamlet før anleggsarbeidene ble startet (18. sept. 01), ble analysert mhp. PAH, men det var ikke behov for å analysere for metaller eller PCB.)

Prøvene fra før-situasjonen viste at bunnsedimentene ved Buøya var *moderat* til *markert* forurenset med hensyn til PAH (klasse II og III). Prøven fra N3 viste følgelig en markert økning av PAH-forurensning i bunnsedimentene utenfor Buøya ved innløpet til Bleiksund. Sedimentet ble klassifisert til tilstandsklasse V, *meget sterk forurenset* iht. SFTs klassifiseringssystem for miljøtilstand. Stasjon N2, noe lenger fra utfyllingsområdet, viste en mindre økning i forhold til før-situasjonen, mens prøven fra stasjon N1 var på nivå med før-situasjonen (klasse II, *moderat forurenset*). Det er en klar gradient med avtakende PAH konsentrasjon med økende avstand fra utfyllingsområdet. Dette tyder på at anleggsvirksomheten har medført en transport av PAH holdige partikler til dette området, men at spredningen har vært begrenset til nærområdet.

### 3.5 Vurdering og sammenligning med andre undersøkelser

Tromøysund inneholder bunnsedimenter med lokalt svært høyt miljøgiftinnhold og stor variasjon mellom prøver innen små avstander er typisk (Tabell 3). For eksempel viste undersøkelser i nærområdet til Nitriden store konsentrasjonsforskjeller over korte avstander av bl.a. PAH (Helland 1993). Det samme har undersøkelser av sjøbunnen i direkte berøring med utbyggingen, vist (Næs 2000). Sedimentprøver tatt i Bukkevika ved Eydehavn viste PAH-verdier i sediment mellom 14 000 og 122 000 µg PAH/kg t.v. (Bakke m.fl. 2001a). I sedimentprøver tatt ved Trollnes lenger sør i Tromøysundet, ble det også funnet enkeltstasjoner med svært høyt innhold av PAH på opptil 112 000 µg/kg t.v., samtidig som det i samme området også ble målt verdier ned mot 700 µg PAH/kg t.v. (Bakke m.fl. 2001b). Undersøkelsene i Heggedalsbukta viste svært høye PAH-verdier i sedimentene i dette området og stor variasjon i PAH-innholdet innenfor et lite geografisk (Bakke og Håvardstun 2002).

**Tabell 3.** Sammenlikning av sedimentanalyser på Langnespinnen med andre undersøkelser i området.

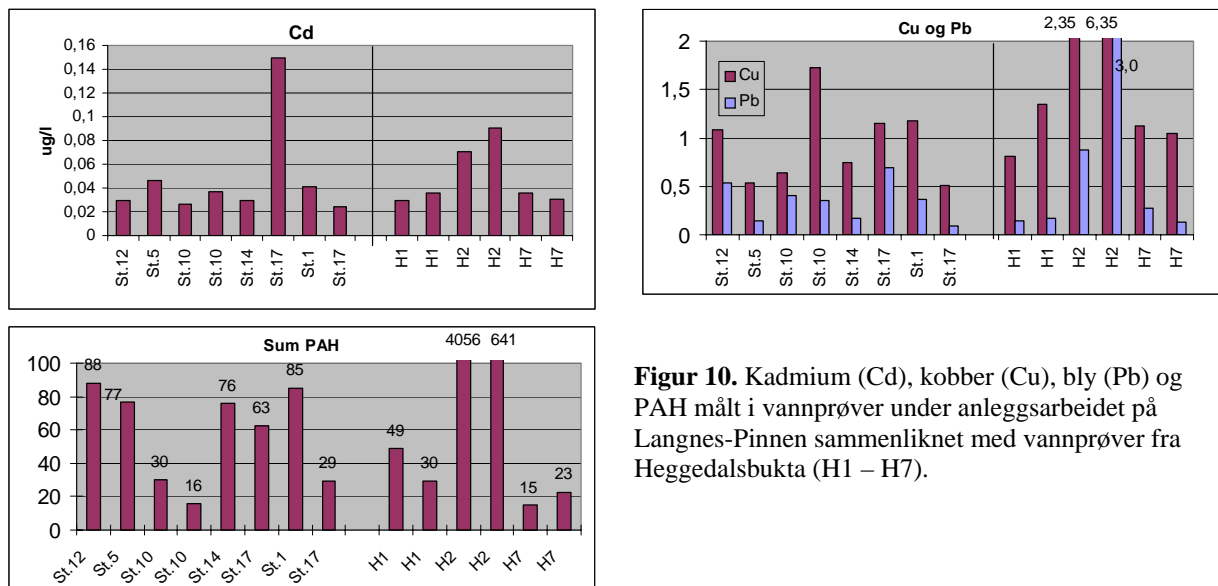
	PAH µg/kg t.v.		Cd µg/g		Pb µg/g		Cu µg/g	
	min	max	min	max	min	max	min	Max
Bukkevika	18 120	121 657	0,05	0,31	19,5	61	11,2	88,8
Trollnes	705	111 898	0,04	2,26	10,4	1380	5,4	72,3
Heggedalstippen	2 153	503 265						
Langnespinnen	1 305	25 081	0,09	0,69	17,0	23	12,5	35,3

Med store lokale forskjeller og med de få bunnprøvene som her er samlet inn, er det stor mulighet for at prøven N3 fra etter-situasjonen har truffet et område med lokalt høyt PAH innhold i sedimentet, mens kontrollprøvene fra før-situasjonen, ble tatt fra bunn med lokalt lavt innhold kanskje bare noen få titalls meter unna. Et større prøveantall ville ha gitt et bedre vurderingsgrunnlag. Men selv om en vurderer gjennomsnittet av alle tre prøvene, viser analyseresultatet likevel en klar økning i PAH-innholdet i bunnsedimentene på sør-siden av Buøya.

Samtidig med arbeidene på Langnespinnen, foregikk det også arbeider på Heggedalstippen rett innenfor Bleiksund. Analyser av bunnsedimentene her viste verdier på opptil 500 000 µg PAH kg/tv i overflatesedimentet. Under dette anleggsarbeidet revnet duken som var lagt ut over sjøbunnen og svært forurensede bunnsedimenter ble presset opp. Denne episoden kan ha gitt spredning av PAH-forurensning ut gjennom Bleiksund og til området sør av Buøya. Det ble tatt vannprøver som en del av overvåkingsprogrammet knyttet til arbeidet i Heggedalsbukta og det ble funnet noe forhøyede verdier av PAH i vannmassene (Bakke og Håvardstun 2002). PAH-verdiene i vannprøvene var imidlertid ikke av en slik størrelsesorden at det kan forklare de høye verdiene som ble funnet i sedimentprøvene på utsiden av Bleiksund sør av Buøya.

Dette viser at det ikke er uvanlig å finne store konsentrasjoner av PAH i bunnsedimentene i Tromøysund og at det også er store konsentrasjonsforskjeller innen små geografiske områder. PAH-konsentrasjonen som ble funnet i sedimentet på stasjon N3, indikerer at det under anleggsarbeidene har skjedd en forurensningsspredning til området mot Buøya. Konsentrasjonen er høy (klasse V), men ikke spesielt høy, sammenliknet med andre målinger i Tromøysundet (Tabell 3). Blant flere mulige forklaringer kan spredningen også ha blitt forårsaket av en hendelse som f.eks. utrasing av stein til dypere vann under utfyllingsarbeidene. En slik episode/hendelse vil vanskelig fanges opp i et ordinært overvåkingsprogram med et fåtall observasjonstokt. Kraftig reduksjonen fra N3 til N2 og N1 (Tabell 2) tyder på svært lokal spredning og at områder utenfor nærsiden ikke har blitt berørt.

Miljøgiftinnholdet i vannprøvene som ble tatt under anleggsarbeidet, viste ikke unormalt høye miljøgiftkonsentrasjoner sammenliknet med vannprøver tatt i forbindelse med arbeidene i Heggedalsbukta (Bakke og Håvardstun 2002). En sammenlikning er vist i Figur 10.



**Figur 10.** Kadmium (Cd), kobber (Cu), bly (Pb) og PAH målt i vannprøver under anleggsarbeidet på Langnes-Pinnen sammenliknet med vannprøver fra Heggedalsbukta (H1 – H7).

## 4. Litteratur

Bakke, T. Helland, A. 2000. Utbygging av kaiområde Langnes-Pinnen, Arendal kommune. En miljøkonsekvensvurdering. NIVA-rapport nr. 4215-2000. 16 s.

Bakke, T. Tveiten, L., Håvardstun, J. 2001 a. Sedimentundersøkelser i Bukkevika, Eydehavn 2001. NIVA-rapport nr. 4412-2001. 19 s.

Bakke, T. Håvardstun, J., Tveiten, L. 2001 b. Sedimentundersøkelser ved Trollenes, Arendal kommune, 2001. NIVA-rapport nr. 4423-2001. 19 s.

Bakke, T. og Håvardstun, J., 2002. Spredning av forurensning under tiltak i strandkantdeponi ved Heggedalsbukta, Eydehavn, Arendal kommune. NIVA-rapport nr. 4496-2002. 23 s.

Helland, A. 1993. Nitriden-industriområde i Arendal. Prosjektområde 6: Sedimenter i Tromøysund og Heggedalsbukta. NIVA rapportnr. 2846 1993. 73 s.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-rapport TA-1467/1997. 36s.

Moy, F., Aure, J., Dahl, E., Green, N., Johnsen, T., Lømsland, E., Magnusson, J., Omli, I., Oug, E., Pedersen, A., Rygg, B. og Walday, M., 2002. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. 10-årsrapport 1990-1999. NIVA-rapport 4543-2002. SFT-rapport TA1883/2002. 136s.

Næs, K. Knutzen, J. Håvardstun, J. Kroglund T. Lie, M.C. Knutsen, J.A. (HFF) Wiborg, M.L. (SNT), 2000. Miljøgiftundersøkelse i havner på Agder 1997-1998. PAH, PCB, tungmetaller og TBT i sedimenter og organismer. Statlig program for forurensningsovervåking. Overvåkingsrapport; 799/00. TA-1728/2000. Løpenr. 4232 2000. 139 s.

## Vedlegg A. Analyseprinsipper

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
<b>H 2-1</b>	<b>Polyaromatiske hydrokarboner</b>	ng/l, µg/kg	<b>PAH, PAH16</b>

### Tittel:

Gasskromatografisk bestemmelse av polyaromatiske hydrokarboner i sedimenter, vann og biologisk materiale, generell del.

### Anvendelsesområde:

Metoden benyttes for bestemmelse av polyaromatiske hydrokarboner i sedimenter og slam, renvann og avløpsvann samt ulike typer av planter og biologisk materiale fra det vandige miljø. Denne metoden benyttes sammen med en av de tre metodene H 2-2, -3, eller -4.

### Prinsipp:

Prøvene tilsettes indre standard og ekstraheres med organisk løsemiddel. Ekstraktene gjennomgår ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer. Til slutt analyseres ekstraktet ved bruk av gasskromatograf utstyrt med masseselektiv detektor (GC/MSD). De polyaromatiske hydrokarbonene identifiseres med GC/MSD ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekylioner. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standarder.

### Instrument(er):

Hewlett Packard modell 5890 Series II, med column injector og HP autosampler 7673. Systemet er utstyrt med HD modell 5970 B masseselektiv detektor, og kolonne HP-5 MS 30 m x 0,25 mm i.d. x 0,25 µm.

### Måleusikkerhet:

Se NIVA-dokument nr. Y - 3.

### Referanser:

Grimmer, G. og Bøhnke, H., 1975. Jour. of the AOAC, Vol. 58, No. 4.

---

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
<b>H 3-1</b>	<b>Polyklorerte bifenyler</b>	ng/l, µg/kg	<b>PCB, PCB7</b>

---

**Tittel:**

Gasskromatografisk bestemmelse av klororganiske forbindelser i sedimenter, vann og biologisk materiale, generell del.

---

**Anvendelsesområde:**

Metoden benyttes for bestemmelse av klororganiske forbindelser i sedimenter og slam, renvann (ferskvann og sjøvann) og avløpsvann samt ulike typer av planter og biologisk materiale fra det vandige miljø. Med klororganiske forbindelser 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. Til slutt analyseres ekstraktet ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroninnfangningsdetektor, GC/ECD. De klor-organiske forbindelsene identifiseres ut fra de respektives retensjonstider. Det kan benyttes to kolonner med ulik polaritet. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standard.

---

**Instrument(er):**

Hewlett Packard modell 5890 Series II, med column injector og HP autoinjektor 7673. Systemet er utstyrt med elektroninnfangningsdetektor (ECD).

---

**Måleusikkerhet:**

Se NIVA-dokument nr. Y – 3.

---

**Referanser:**

Brilis, G.M. & J.Marsden: Chemosphere **21**, 91- 98, (1990). Brevik, E.M.: Bull. Environ. Cont. Toxicol. **19**, 281 - 286, (1978). Harvey, A & A.Loomis.: J. Gen. Physiol. **15**, 147, (1932). Lopez-Avila, V. et al. : J. Assoc. Off. Anal. Chem **72**, 593 - 602, (1989).

---

**E 10-2****Oppslutning med HF**

-

**(Me/Fl...)**

---

**Tittel:**

Bestemmelse av metaller – Totalopplutning av sedimenter med flussyre i mikrobølgeovn.

---

**Anvendelsesområde:**

Denne metoden skal anvendes ved totalopplutning av slam og sedimenter som skal analyseres med hensyn på metaller. Metoden brukes for følgende metaller: Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Ni, Pb og Zn. V og Mo bestemmes etter en ikke akkreditert metode.

---

**Prinsipp:**

Maksimum 200 mg frysetørket, homogenisert prøve veies inn i en teflonbombe og tilsettes kongevann og flussyre. Beholderen lukkes og prøven oppsluttes i mikrobølgeovn, lukket system. Etter avkjøling overføres innholdet til en 100 ml målekolbe som på forhånd er tilsatt et overskudd av borsyre. Prøven fortynnes med avionisert vann og rystes på rystemaskin til borsyren er løst. Bestemmelsen av metaller foretas på den klare væskefasen ved atom-absorpsjon i flamme eller med grafittovn.

---

**Instrument(er):**

Mikrobølgeovn Whirlpool AWM 215, 1000 W, med Nordic Ware trykkoker for mikrobølgeovn. Teflonbomber LORRAN 20 PTFE, volum 20 ml.

---

**Måleusikkerhet:**

Se NIVA-dokument Y-3.

---

**Referanser:**

D.H. Loring, R.T.T. Rantala: Anal. Chim. Acta 1989, **220**, 263-7.

---