



RAPPORT LNR 5088-2005

Overvåking av sjøresipienten ved grunnarbeid for nytt kaianlegg ved Nitriden, Eydehavn



Foto: Eivind Oug

Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Midt-Norge


Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 73 54 63 85 / 86
Telefax (47) 54 63 87


Tittel Overvåking av sjøresipienten ved grunnarbeid for nytt kaianlegg ved Nitriden, Eydehavn	Løpenr. (for bestilling) 5088-2005	Dato 16. november 2005
	Prosjektnr. Undemr. O - 23420	Sider Pris 37
Forfatter(e) Eivind Oug Torgeir Bakke Jarle Håvardstun	Fagområde Marine miljøgifter	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Arendal kommune	Oppdragsreferanse Gunnar Kåre Salvesen
-------------------------------------	---

<p>Sammendrag</p> <p>På tomteområdet til det nedlagte aluminiumsverket Nitriden i Eydehavn gjennomføres det tiltak for å forhindre spredning av miljøgifter til sjøområdene omkring i forbindelse med utbygging til ny virksomhet. Denne undersøkelsen har vært gjennomført ved bygging av ny kai mot Tromøysund i 2003-2004. Undersøkelsen har hatt som mål å dokumentere virkninger av tiltakene og overvåke mulig spredning av forurensninger under anleggsperioden. Undersøkelsen viste at det var lave konsentrasjoner av miljøgifter (kadmium, kobber, bly, PAH, PCB) i vannmassene før utbyggingen startet. Under byggeperioden ble det registrert sjikt med forhøyd partikkeltetthet i overflatevann og dypere vannlag i Tromøysundet etter opptak av muddermasser fra bunnområder, sprengningsarbeider og tilbakeføring av muddermasser bak spuntvegg på kai. I sjiktene var det høye verdier for kobber og bly og til dels høye verdier for PAH. Etter avsluttet anleggsarbeid var det lave konsentrasjoner av miljøgifter i vannmassene, men noe høyere verdier for PAH enn før arbeidet startet. Undersøkelsen viser at det under anleggsarbeidet var episoder med oppvirvling og spredning av forurensete partikler. Etter ferdig anlegg var tilstanden god uten indikasjoner på utlekking av miljøgifter. Svak økning i PAH sør for anleggsområdet kan skyldes utlekking fra gammelt avfallsdeponi i Bukkevika.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Forurenset grunn 2. Bygging av kai 3. Partikkelspredning 4. Miljøgifter i vann 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Contaminated site 2. Construction of quay 3. Particle dispersion 4. Contaminants in water
---	--


Eivind Oug
Prosjektleder


Kristoffer Næs
Forskningsleder


Eivind Sørensen
Ansvarlig

O - 23420

Overvåking av sjøresipienten ved grunnarbeid for nytt
kaianlegg ved Nitriden, Eydehavn

Forord

Tomteområdet ved Nitriden, Eydehavn, er betydelig forurensset av miljøgifter, spesielt PAH, fra tidligere industrivirksomhet. I forbindelse med bygging av nytt kaianlegg gjennomføres det tiltak for å stanse og forhindre spredning av miljøgifter ut til sjøområdene omkring. NIVA utarbeidet våren 2003 forslag til overvåkingsprogram som tok sikte på å klarlegge virkningen av tiltakene og kartlegge om anleggsfasen i seg selv kunne føre til forurensning av sjøområdene. Forslaget ble utformet på basis av tidligere forslag til programmer i forbindelse med ulike tiltaksløsninger utarbeidet høsten 2001.

NIVA fikk i oppdrag av Arendal kommune å gjennomføre overvåkingsprogrammet i henhold til prosjektforslaget i brev av 17.7.03.

Feltarbeidet ble gjennomført av Jarle Håvardstun, Lise Tveiten og Einar Kleiven. Jarle Håvardstun har vært ansvarlig for utarbeidelse av profiler for hydrografi og partikkeltetthet.

Alle kjemiske analyser er utført ved NIVAs laboratorier.

Under prosjektets gang har det vært kontakt til Asplan Viak ved Sissel Tvedten og Øystein Rønningen. Steinar Myhren ved Nymo AS har bistått ved feltarbeidet.

Prosjektansvarlig i Arendal kommune har vært Gunnar Kåre Salvesen. I anleggsperioden har NIVA vært holdt løpende orientert om virksomheten og har mottatt rapporter fra byggmøter i kommunen. Alle avtaler under gjennomføringen av prosjektarbeidet har vært gjort med Gunnar Kåre Salvesen.

Grimstad, 16. november 2005

Eivind Oug

Innhold

Sammendrag	6
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn for undersøkelsen	8
1.2 Området og utbyggingstiltaket	8
1.3 Tidligere undersøkelser	9
1.4 Mål	9
1.5 Opplegg og gjennomføring av undersøkelsen	9
2. Metoder	11
2.1 Prøvetakere og utrustning	11
2.1.1 CTD-sonde	11
2.1.2 Blåskjell	11
2.1.3 SPMD	11
2.1.4 Vannprøver	11
2.2 Stasjoner	11
2.3 Prøvetaking	12
2.3.1 Undersøkelser før anleggsstart	12
2.3.2 Kontrollundersøkelser under anleggsfasen	13
2.3.3 Undersøkelser etter avsluttet anleggsarbeid	13
2.4 Analyser	13
2.4.1 Blåskjell	14
2.4.2 SPMD	14
2.4.3 Vannprøver	14
3. Resultater	15
3.1 Undersøkelser før anleggsstart	15
3.1.1 Blåskjell	15
3.1.2 Passive prøvetakere (SPMD)	15
3.2 Undersøkelser under anleggsperioden	16
3.2.1 Temperatur, saltholdighet og turbiditet i vannmassene	16
3.2.2 Suspendert materiale (TSM)	22
3.2.3 Miljøgifter i vannmassene	23
3.2.4 Sammenfatning av resultatene	24
3.3 Undersøkelser etter avsluttet anleggsarbeid	25
3.3.1 Blåskjell	25
3.3.2 Passive prøvetakere (SPMD)	25

4. Vurderinger	27
5. Referanser	28
Vedlegg A. Posisjoner for prøvetaking	29
Vedlegg B. Analysemetoder	30
Vedlegg C. Analyseresultater	33

Sammendrag

Tomteområdet ved det nå nedlagte aluminiumsverket Nitriden i Eydehavn (Det norske Nitridaktieselskap) er betydelig forurensnet av miljøgifter fra tidligere industrivirksomhet. Området har i de senere årene blitt omdisponert til ny virksomhet. I forbindelse med utbygginger av tomt og nye kaiområder gjennomføres det tiltak for å stanse og forhindre spredning av miljøgifter til sjøområdene omkring. Denne undersøkelsen har vært gjennomført i forbindelse med utbygging av ny kai på sørsiden av Nitriden-tomten mot Tromøysund i 2003-2004. Ved anlegget settes det opp en tett spuntvegg mot sjøen som forankres i fjell på bunnen. Bunnsedimenter i spunt-traséen hentes opp og mellomlagres før de fylles inn bak spuntveggen. Under arbeidet har det vært nødvendig å rive eksisterende kaier og foreta sprengningsarbeider.

Undersøkelsen har hatt som mål å fremskaffe data som dokumenterer virkningen av tiltakene mot utlekking av forurensningsstoffer til sjøområdene og å overvåke om anleggsarbeidene forårsaker frigjøring og spredning av forurensninger til sjøområdene. Undersøkelsen har hatt tre delprogrammer:

- en undersøkelse av forurensningskomponenter i vannmassene før anleggsstart (august-september 2003)
- kontrollundersøkelser under anleggsperioden med sikte på å påvise eventuell oppvirvling og spredning av forurensede partikler (september 2003-februar 2004)
- en undersøkelse av forurensningskomponenter i vannmassene etter gjennomført utbygging (august-september 2005)

Ved undersøkelsene før anleggsstart og etter avsluttet utbygging ble det benyttet blåskjell og passive prøvetakere (SPMD). Prøvene ble analysert for metaller (kadmium, kobber, bly), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og polyklorerte bifenyler (PCB). Under anleggsperioden ble det ved fem tidspunkter foretatt registreringer av partikkeltetthet i vannmassene med sonde (turbiditet) og tatt vannprøver for analyse av suspendert materiale (TSM) og forurensninger i vann. Prøvene ble analysert for metaller (kadmium, kobber, bly), PAH og PCB. Undersøkelsene ble gjennomført på tre stasjoner i Tromøysund, stasjon N (nord) utenfor Buøysund, M (midtre) like utenfor anleggsområdet og S (sør) utenfor Bukkevika. I tillegg ble det under anleggsperioden tatt tilleggsprøver på stasjoner lenger nordøst (kontroll nord) og sørvest (kontroll sør) i Tromøysund.

Undersøkelsene før anleggsstart indikerte at det var liten forurensning av miljøgifter i vannmassene. Blåskjellene akkumulerte lave konsentrasjoner både av metaller, PAH og PCB. Etter SFTs miljøkvalitetskriterier falt alle konsentrasjonene innenfor grenseverdiene til beste tilstandsklasse (klasse I). I SPMD var det moderate til lave konsentrasjoner av PAH og ikke påvisbare konsentrasjoner av PCB.

Under anleggsperioden ble det ved flere tidspunkter registrert forhøyd partikkeltetthet i overflatevann og i markerte sjikt i dypere vannmasser. Dette var tilfelle i september 2003 under opptak av bunnsedimenter fra spunt-traséen, i november 2003 etter sprengningsarbeider og i februar 2004 etter tilbakeføring av muddermasser bak spuntvegg. I sjiktene med økt partikkeltetthet var det generelt høye konsentrasjoner av kobber og bly og forhøyde verdier for PAH. For kobber og bly falt konsentrasjonene i tilstandsklasse IV-V (sterkt til meget sterkt forurensnet) etter SFTs miljøkvalitetskriterier. Generelt var verdiene høyest utenfor anleggsområdet (stasjon midtre) og innover i Tromøysundet (stasjon sør). Ved prøvetaking i oktober 2003 og januar 2004 var det mindre tydelige partikkelsjikt i vannmassene, men verdiene for metaller var forholdsvis høye.

Undersøkelsene etter avsluttet anleggsarbeid ga nokså likt resultat som før-undersøkelsen og indikerte at det var liten forurensning av miljøgifter i vannmassene. Blåskjellene akkumulerte lave konsentrasjoner av metaller og PCB, men noe høyere konsentrasjoner av PAH. Etter SFTs

miljøkvalitetskriterier falt konsentrasjonene av PAH i klasse I-II (ubetydelig til moderat forurenset). Økningen i PAH-verdier lå innenfor det som kan forventes som normal variasjon. I SPMD var det moderate til lave konsentrasjoner av PAH og ikke påvisbare konsentrasjoner av PCB.

Både i blåskjell og SPMDer ble høyeste verdi for PAH registrert på stasjon S utenfor Bukkevika. Dette kan tyde på at PAH lekker ut fra området ved Bukkevika hvor det er registrert høy forurensning i bunnsedimentene.

Undersøkelsene før og etter byggeperioden for kaianlegget ved Nitriden-tomta indikerer at tiltakene mot utlekking av forurensningsstoffer i utbyggingsområdet har vært effektive. I byggeperioden ble det registrert episoder med oppvirvling av forurensete sedimenter, men ingen av episodene var av omfattende karakter.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for undersøkelsen

Tomteområdet ved det nå nedlagte aluminiumsverket Nitriden i Eydehavn (Det norske Nitridaktieselskap) er betydelig forurenset av miljøgifter fra industrivirksomheten. Forurensningene har blitt kartlagt gjennom en serie undersøkelser, som har påvist spill av olje (dels PCB-holdig), tjære, ulike tungmetaller og lokalt betydelige mengder av PAH. Avfall og forurensninger finnes dels i deponier på området og dels i avrenning fra utslippspunkter. I sjøområdene omkring tomteområdet er det påvist til dels betydelige konsentrasjoner av miljøgifter i bunnsedimenter og organismer.

Tomteområdet har i de senere årene blitt omdisponert til ny virksomhet og planlegges utbygget som ny regionhavn i området. I forbindelse med utbygging av kaianlegg og tomtearealer er det stilt krav om å gjennomføre tiltak for å stanse og forhindre spredning av miljøgifter til sjøområdene omkring (Asplan Viak 2003). Disse tiltakene har som mål å innkapsle og avskjerme gamle forurensninger slik at disse ikke kan komme ut i ytre miljø.

Denne undersøkelsen gjennomføres i forbindelse med utbygging av ny kai på sørsiden av Nitriden-tomten mot Tromøysund.

1.2 Området og utbyggingstiltaket

Nitriden industriområde ligger sørøst for Eydehavn mot Tromøysund (Figur 1). Industriproduksjonen var i gang fra 1912 til 1975 med produksjon av aluminium og prebakte anoder. Under produksjonen ble det dannet bek og tjæreavfall. Avfall fra produksjonen samt annet industriavfall ble deponert i to tipper i sjøkanten, en mot Tromøysund i Bukkevika og en i Heggedalsbukta.



Figur 1. Området ved Nitriden og Tromøysund. Utbyggingsområdet for ny kai er markert (anleggsoverråde).

I forbindelse med utbyggingstiltakene gjennomføres det arbeid med avskjerming av forurensningene i flere faser. Fase 1 har omfattet tiltak på Heggedalstippen og er gjennomført. Fase 2, som denne undersøkelsen er ledd i, omfatter tiltak mot Tromøysund for å stanse spredning fra Nitriden-tomta og tippen i Tromøysund. Fase 3 vil omfatte tiltak i Bukkevika sørvest for tippen og vil bli gjennomført på et senere stadium.

Fase 2 omfatter anlegg av en tett spuntvegg mot sjøen på bunnen øst for en eksisterende betongkai til Tromøysundet. Spuntveggen forankres i fjell og dette krever at løsmasser i traseen må fjernes. Sedimentene har varierende grad av mektighet. Sedimentene er til dels grove (grus, sand, stein) og enkelte steder er det synlig fast fjell, spesielt i den sørvestlige delen. Løsningen som er valgt innebærer at sedimentene tas opp og mellomagres før de fylles inn bak spuntveggen etter at denne er satt opp. Under arbeidet er det nødvendig å rive eksisterende kaier og foreta sprengningsarbeider. Arbeidet avsluttes ved at det etableres ny kai med asfalt og betongdekke (Asplan Viak 2003).

1.3 Tidligere undersøkelser

Forurensningene i sjøområdene som følge av spredning fra Nitridentomta ble først påvist ved en større resipientundersøkelse i Tromøysund i 1989-90 (Næs et al. 1991). Det ble da funnet overkonsentrasjoner av polisykliske hydrokarboner (PAH), polyklorerte bifenyler (PCB) og metaller i bunnsedimentene sentralt i sundet. Ved oppfølgende undersøkelser i 1992, 1994 og 2001 ble det funnet sterk forurensning av PAH og moderat til markert forurensning av PCB i bunnsedimenter i sjøområdene omkring Nitriden-tomta (Helland 1993, Helland et al. 1995, Bakke et al. 2001). De mest belastede områdene var utenfor kaiområdet i Tromøysund og tippene ved Bukkevika og Heggedalsbukta. Det ble påvist at forurensningene opptas i organismer (skjell, krabber) som finnes i området og kan spres ved oppvirvling av forurensede partikler til større områder.

Undersøkelsen i 1994 omfattet en rekke fagelementer og hadde som mål å skaffe et bredt kunnskapsgrunnlag for beslutninger om tiltak mot forurensningene ved nyetablering av virksomhet på Nitriden-tomten. Undersøkelsen konkluderte med at anlegg og drift av ny kai mot Tromøysund kan føre til lokal oppvirvling av bunnsedimenter, men at dette kan avbøtes ved å etablere en heldekkende kaifront ut til større dyp (Helland et al. 1995). Ved bygging av ny kai mot Tromøysund øst for nåværende utbyggingsområde ble dette fulgt opp ved et overvåkingsprogram under utbyggingsfasen (Moy et al. 2003).

1.4 Mål

Målsetningen med undersøkelsen er:

- å fremskaffe data som dokumenterer virkningene av tiltakene mot utlekking av forurensningsstoffer til sjøområdet som ledd i utbyggingen av nytt kaiområde
- å overvåke om anleggsarbeidet forårsaker frigjøring og spredning av forurensninger til sjøområdene utenfor Nitridentomta

1.5 Opplegg og gjennomføring av undersøkelsen

Undersøkelsen har tre delprogrammer:

- en undersøkelse av forurensningskomponenter i vannmassene før anleggsstart
- kontrollundersøkelser under anleggsperioden med sikte på å påvise eventuell oppvirvling og spredning av forurensede partikler
- en undersøkelse av forurensningskomponenter i vannmassene etter at utbyggingen er gjennomført

Undersøkelsen har omfattet forekomst av PAH, PCB og metaller (kadmium, kobber, bly) i vannmassene, samt partikler i vannmassene ved kontrollundersøkelsene under anleggsperioden.

Ved undersøkelsene før anleggsstart og etter avsluttet utbygging ble det benyttet passive prøvetakere for organiske miljøgifter (semi permeable membrane devices, SPMD) og blåskjell som var utplassert i bur. Både passive prøvetakere og blåskjellene opptar og akkumulerer miljøgifter fra vannmassene. SPMD og blåskjell settes ut på rigger i faste posisjoner over en periode på en måned og gir et tidsintegrert bilde av forurensningen i vannmassene på riggposisjonen. Denne delen av undersøkelsen gir grunnlag for å vurdere om tiltakene mot utlekking av forurensninger har hatt tilsiktet effekt. Det ble lagt vekt på å gjennomføre før-undersøkelsen tett opp mot anleggsstart for å få så representative data for før-tilstanden som mulig. Etter-undersøkelsen ble gjennomført til samme tid av året som før-undersøkelsen for å kunne utelukke eventuelle sesongvariasjoner.

Ved undersøkelsen under anleggsperioden ble det foretatt registreringer av turbiditet og suspendert materiale (TSM) som mål for partikkelkonsentrasjon i vannmasser og analyser av miljøgifter i suspendert materiale. Registreringene ble foretatt på fem dagstokter med bruk av selvregistrerende instrumenter og innhenting av vannprøver. Tidspunkter for registreringene ble koordinert med ulike arbeidsoperasjoner under anleggsperioden.

2. Metoder

2.1 Prøvetakere og utrustning

2.1.1 CTD-sonde

Målinger av vertikalprofiler for temperatur, saltholdighet og turbiditet i vannmassene ble utført med en Gytte mini-CTD sonde som var utrustet med en ekstra sensor for turbiditet. Sonden registrerer data kontinuerlig i et transekt fra overflaten og ned til dypet sonden føres til. Registreringene lagres i sonden og lastes direkte over til dataprogram for utskrift. I felt kan avlesning gjøres på stedet ved kobling til en bærbar PC med program for avlesning. Sonden kalibreres jevnlig mot standard saltløsninger.

Turbiditeten måles ved en optisk sensor og angis i FTU-enheter. FTU-enhetene gir et relativt mål for partikkeltettheten i vannmassene.

2.1.2 Blåskjell

Blåskjell er aktive filtrerende organismer som akkumulerer miljøgifter gjennom næringsopptak. Dette gjør at blåskjell er godt egnet som indikator på bioakkumulerbare fremmedstoffer. En mye benyttet metode er å hente blåskjell fra en lokalitet uten påvirkning av miljøgifter og sette disse ut i undersøkelsesområdet. Skjellene plasseres i bur av plastnetting som monteres i en rigg. Skjellene vil oppta miljøgifter både i løst og partikkelbundet form.

I SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997) er det gitt tilstandsklasser for miljøgifter i blåskjell.

2.1.3 SPMD

Bruk av passive prøvetakere (SPMD) er blitt en vel innarbeidet teknikk for overvåking av organiske miljøgifter i vann de senere årene. SPMDen består av en dobbel plastmembran som inneholder et fettstoff, triolein. Organiske miljøgifter har stor affinitet til fettstoff og ekstraheres gjennom membranene og inn i fettstoffet som deretter analyseres. Membranene virker som et filter som fører til at i prinsippet bare oppløste forbindelser opptas.

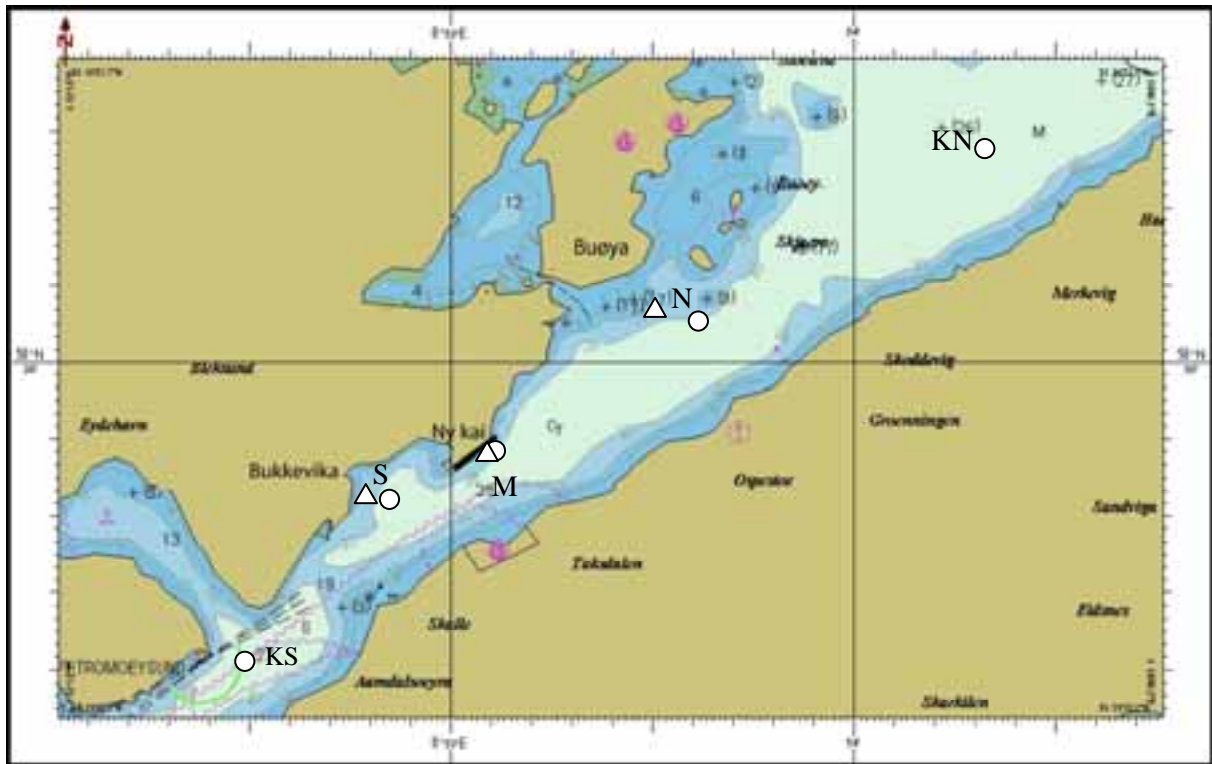
SPMD-membranene monteres i holdere som plasseres i et sylindrisk stålbur. Buret monteres i en rigg og henger fritt i vannet under riggen. Buret er tett perforert med 6 mm huller for fri vanngjennomgang. Når både blåskjell og SPMD benyttes, plasseres disse på samme rigg.

2.1.4 Vannprøver

Vannprøver ble innhentet med en Ruttner vannhenter.

2.2 Stasjoner

Undersøkelsene ble gjennomført på tre stasjoner i Tromøysund, stasjon N (nord) utenfor Buøysundet, M (midtre) like utenfor anleggsområdet og S (sør) utenfor Bukkevika (Figur 2). Stasjonene ligger i begrenset avstand fra hverandre og vil angi et generelt nivå for forurensning i området, men stasjon M



Figur 2. Kart over undersøkelsesområdet med plassering av prøvetakingsstasjoner. Trekkanter: rigger med blåskjell og SPMD, sirkler: hydrografiske vertikalprofiler og vannprøver. Stasjonsnavn: KN er kontroll nord, N er nord, M er midtre, S er sør og KS er kontroll sør.

vil forventes å være mest influert av eventuelle tilførsler fra anleggsområdet. Stasjon S vil representere tilførsler fra området ved Bukkevika, mens stasjon N vil representere eventuelle tilførsler fra Heggedalsbukta og østligste del av Nitriden-tomta. Hovedstrømretningen i området er fra øst mot vest.

Ved noen dagstokter under anleggsperioden ble det tatt tilleggsprøver på kontrollstasjoner mot nordøst (stasjon KN) og sørvest (stasjon KS).

Posisjoner for stasjonene er gitt i Vedlegg A.

2.3 Prøvetaking

2.3.1 Undersøkelser før anleggsstart

Rigger med passive prøvetakere (SPMD) og blåskjell i bur ble satt ut på stasjonene N, M og S den 7. august 2003 (Figur 2). Riggene ble eksponert i fire uker fram til 3. september 2003. SPMD og blåskjell var plassert på 1.5-2 m dyp.

Blåskjellene ble innsamlet fra en lokalitet på nordøstenden av Tromøya på samme dag som de ble satt ut. Det ble valgt skjell i størrelsesintervallet 30-50 mm skallengde. På hver stasjon ble det benyttet 30 skjell.

Både SPMD og blåskjell ble analysert for PAH og PCB. Blåskjell ble i tillegg analysert for metallene kadmium (Cd), kobber (Cu) og bly (Pb).

2.3.2 Kontrollundersøkelser under anleggsfasen

Under anleggsfasen ble det tatt prøver med håndoperert redskap fra lettboat på fem dagstokter i perioden fra 17. september 2003 til 20. februar 2004. En oversikt over prøvetakingen er gitt i Tabell 1 sammen med merknad om hva slag anleggsvirksomhet som foregikk da prøvene ble tatt. Det ble tatt prøver på stasjonene N, M og S ved alle toktene, mens det ble tatt prøver på kontrollstasjonene KN og KS ved de tre siste toktene.

Temperatur, saltholdighet og partikkelinnhold i vannmassene ble registrert med CTD-sonde i vertikalsnitt fra overflaten ned til 12-30 m dyp. Vannprøver for analyse av suspendert materiale ble tatt som blandprøver fra 1-3 m dyp. På stasjon M ble det i tillegg tatt en blandprøve av dypvann (dypere enn 15 m) på nivå med maksimum partikkeltetthet i henhold til målingene med CTD-sonden. Alle prøvene ble analysert for totalt suspendert materiale (TSM), mens prøvene fra stasjon M og en prøve fra KN også ble analysert for PAH, PCB, kadmium (Cd), kobber (Cu) og bly (Pb).

Ved de første dagstoktene ble det i tillegg til prøvetakingen på de faste stasjonene målt partikkelinnhold med CTD i flere tverrsnitt over sundet. Dette ble gjort for å sikre at de faste stasjonene var representative for vannmassene i undersøkelsesområdet.

Tabell 1. Program for prøvetaking i vannmasser på stasjonene (N, M, S, KN, KS) i undersøkelsen under anleggsperioden. Hydrografi og partikkeltetthet ble målt med CTD, mens prøver for TSM og miljøgifter ble tatt med vannhenter.

Dato	CTD	TSM	PAH, PCB, metaller	Anleggsvirksomhet
17. sept 03	N, M, S	N, M, S	M	Opptak av bunnmasser med miljøgrabb
10. okt 03	N, M, S	N, M, S	M	Arbeid på tomten
06. nov 03	N, M, S	N, M, S	M	Etter sprengning (1-2 dager)
20. jan 04	N, M, S	KN, N, M, S, KS	M	Spunting
20. feb 04	N, M, S	KN, N, M, S, KS	N, M	Tilbakeføring av masser bak spunt, opptak og flytting av stein

2.3.3 Undersøkelser etter avsluttet anleggsarbeid

Rigger med passive prøvetakere (SPMD) og blåskjell i bur ble satt ut på de samme stasjonene som ved før-undersøkelsen, stasjonene N (nord) utenfor Buøysundet, M (midtre) like utenfor anleggsområdet og S (sør) utenfor Bukkevika (Figur 2). SPMD og blåskjellene var plassert på samme dyp som ved før-undersøkelsen (1,5-2 m) og ble eksponert i en måned fra 20. august til 20. september 2005.

Blåskjellene ble innsamlet på samme dag som de ble satt ut og ble tatt på samme sted som til før-undersøkelsen. Det ble valgt skjell i størrelsesintervallet fra 30 til 50 mm skallengde. På hver stasjon ble det benyttet 30 skjell.

2.4 Analyser

Alle analyser er foretatt etter standard akkrediterte metoder ved NIVAs analyselaboratorium. Analysemetodene er nærmere beskrevet i Vedlegg B.

For PAH omfattet analysen 16 'standard' forbindelser som er angitt på EPAs liste. For PCB ble det analysert for 7 'standard' forbindelser (seven 'dutch').

2.4.1 Blåskjell

Etter opptak i felt ble skjellene frosset ned fram til analyse. Før analyse ble skjellene tint, skallene åpnet med skalpell og vann drenert av før bløtdelene ble tatt ut og samlet til blandprøve.

2.4.2 SPMD

SPMDene ble etter opptak i felt frosset ned fram til analyse. SPMD ble analysert for de samme forbindelsene som blåskjell med unntak for metaller.

2.4.3 Vannprøver

Vannprøver ble tatt som blandprøver av ca 5 liter. Blandprøvene bestod av tre vannhenterprøver fra henholdsvis 1, 2 og 3 m (overflatevann) og tre dyp i intervallet 15-28 m (dypvann). Vannprøvene ble sendt direkte til laboratoriet for analyse etter innhenting.

3. Resultater

3.1 Undersøkelser før anleggsstart

3.1.1 Blåskjell

Undersøkelsene med blåskjell indikerte at det var liten forurensning av miljøgifter i vannmannsene før anleggsstart. Generelt akkumulerte skjellene bare lave konsentrasjoner både av metaller, PAH og PCB (Tabell 2). Sett i relasjon til SFTs miljøkvalitetskriterier falt alle konsentrasjonene innenfor grenseverdiene til beste tilstandsklasse (klasse I). For kobber (Cu) og PAH var det høyere konsentrasjoner på stasjon S (sør) enn ved anleggsområdet (st. M). Dette kan ha naturlig sammenheng med at hovedstrømretningen i området går sørvestover og transporterer materiale innover i Tromøysund.

Fullstendige resultater fra undersøkelsene er gitt i Vedlegg C.

Tabell 2. Vevskonsentrasjoner av metaller, PAH og PCB i blåskjell fra rigger i Tromøysund før anleggsstart. Blåskjellene ble eksponert i perioden 7. august til 3. september 2003. Metaller er gitt på tørrvektsbasis, mens PAH og PCB er gitt for våtvekt. Grenseverdier for SFTs tilstandsklasse I (lite – ubetydelig forurenset) er gitt for sammenligning (Molvær et al. 1997). KPAH = sum av potensielt kreftfremkallende PAH-forbindelser.

Stasjon	Tørrstoff %	Kadmium µg/g t.v.	Kobber µg/g t.v.	Bly µg/g t.v.	PAH ₁₆ µg/kg v.v.	KPAH µg/kg v.v.	PCB ₇ µg/kg v.v.
N (nord, Buøysund)	14,7	1,36	5,78	1,63	11,99	2,60	0,93
M (utenfor anlegg)	12,9	1,45	6,46	1,63	13,35	4,09	0,45
S (sør, Bukkevika)	15,7	1,29	6,69	1,33	28,01	5,50	0,95
SFT klasse I		< 2	< 10	< 3	< 50	< 10	< 4

3.1.2 Passive prøvetakere (SPMD)

Også i passive prøvetakere (SPMD) var det lav akkumulering av PAH og PCB (Tabell 3). For PCB var det ikke påvisbare konsentrasjoner i prøvene fra noen av stasjonene. Det er ikke gitt miljøkvalitetskriterier for SPMD, men verdiene kan sammenlignes med hva som er funnet ved andre undersøkelser. For PAH (PAH₁₆) var verdiene tilsvarende som i kystområder med liten forurensning. For eksempel registrerte Berge et al. (2000) verdier på 340 ng/membran syd for Risavika i Rogaland og Bakke (2003) verdier på 600-1200 ng/membran i området ved Kårstø. Til sammenligning er det i forurensede havneområder registrert betydelig høyere verdier, som for eksempel i Kristiansandsfjorden med verdier på > 15000 ng/membran (Næs et al. 2003) og Sunndalsfjorden med verdier på > 5000 ng/membran (Bakke & Uriansrud 2004).

SPMDene registrerte i likhet med blåskjell høyere verdier for PAH på stasjon S (sør) enn utenfor anleggsområdet og øst i Tromøysund.

Tabell 3. Konsentrasjoner av PAH og PCB på SPMD-membraner i Tromøysund før anleggsstart. SPMD ble eksponert i perioden 7. august til 3. september 2003. Konsentrasjoner av PCB var lavere enn analysens deteksjonsgrense. Det foreligger ikke miljøkvalitetskriterier for passive prøvetakere.

Stasjon	PAH ₁₆ ng/SPMD	KPAH ng/SPMD	PCB ₇ ng/SPMD
N (nord, Buøysund)	68,8	5,3	< det grense
M (utenfor anlegg)	285,3	14,3	< det grense
S (sør, Bukkevika)	503,0	22,0	< det grense

3.2 Undersøkelser under anleggsperioden

3.2.1 Temperatur, saltholdighet og turbiditet i vannmassene

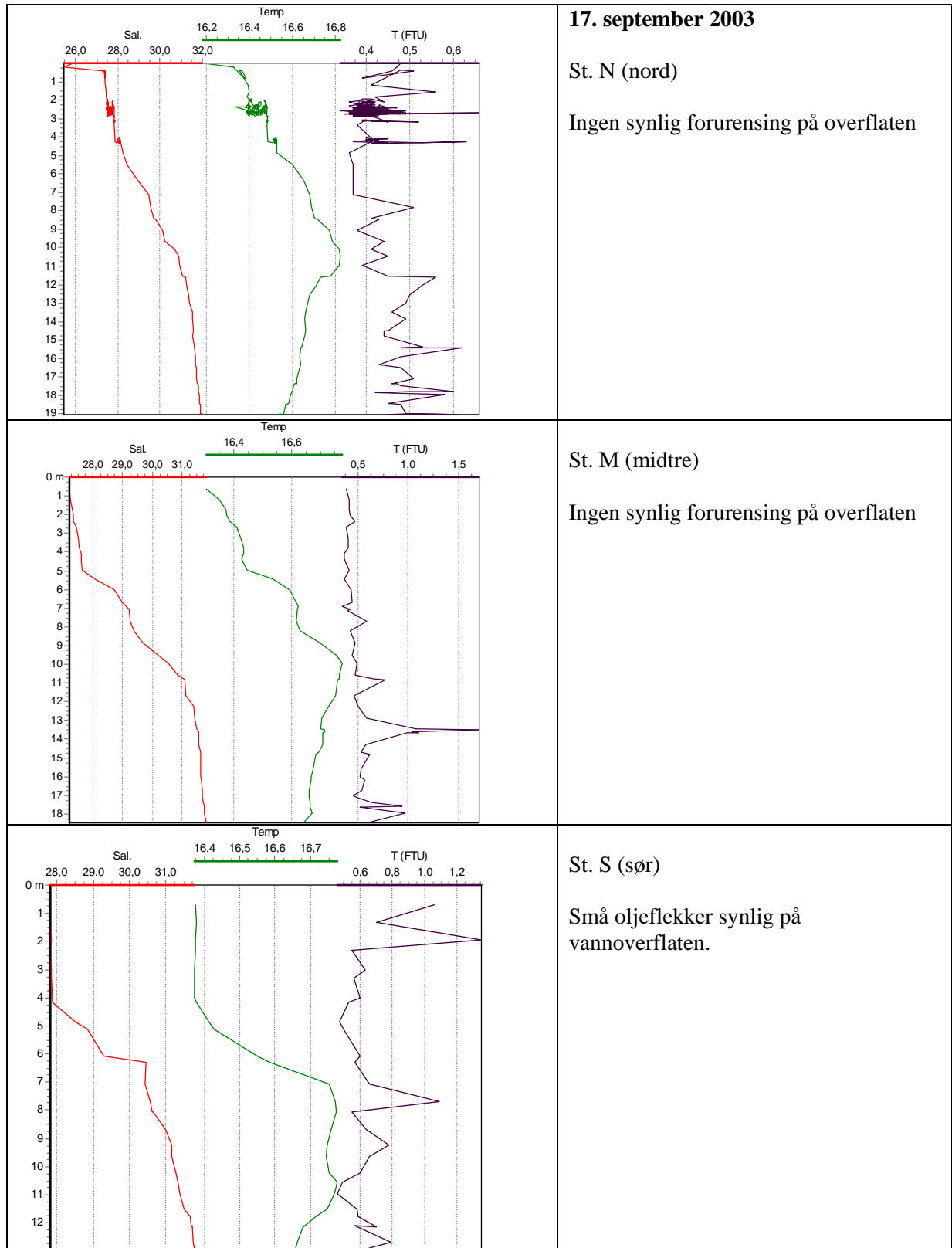
Vertikalprofiler for temperatur, saltholdighet og turbiditet på stasjonene under anleggsperioden er vist i Figur 3. På grunn av en apparatfeil har sonden ikke registrert turbiditet ved prøvetakingen 6. november 2003.

Ved registreringen i september 2003, da det ble foretatt opptak av bunnsediment, var det et turbiditetsmaksimum like under overflaten på stasjon S (FTU > 1,2) (Figur 3A). På stasjon M utenfor anleggsområdet var det et maksimum på 13-14 m dyp (FTU > 1,5), mens det på stasjon nord (N) ikke var noen spesielle maksima. På alle stasjonene var profilene ujevne med en rekke mindre toppe i mellomliggende vannlag. Trolig var det fint slam fra prøvetakingen som var blitt spredd utover i vannmassene som var årsak til toppene på stasjon S og M. Resultatet for stasjon S kan tolkes ved at partikler har blitt oppvirvlet like før prøvetakingen og har blitt transportert innover i Tromøysundet med overflatestrøm (sørvest-gående strøm). Tilsvarende kan resultatet for stasjon M tolkes som at det har vært en tidligere oppvirvlingsepisode på et tidspunkt med lite strøm hvoretter partiklene har sunket ned i vannmassene. Lavere toppe i mellomliggende vannsjikt kan representere små episoder, men det kan også være naturlig forekomst av partikler i vannmassene. Mest trolig var stasjon nord (N) hovedsakelig influert av naturlige forekommende partikler.

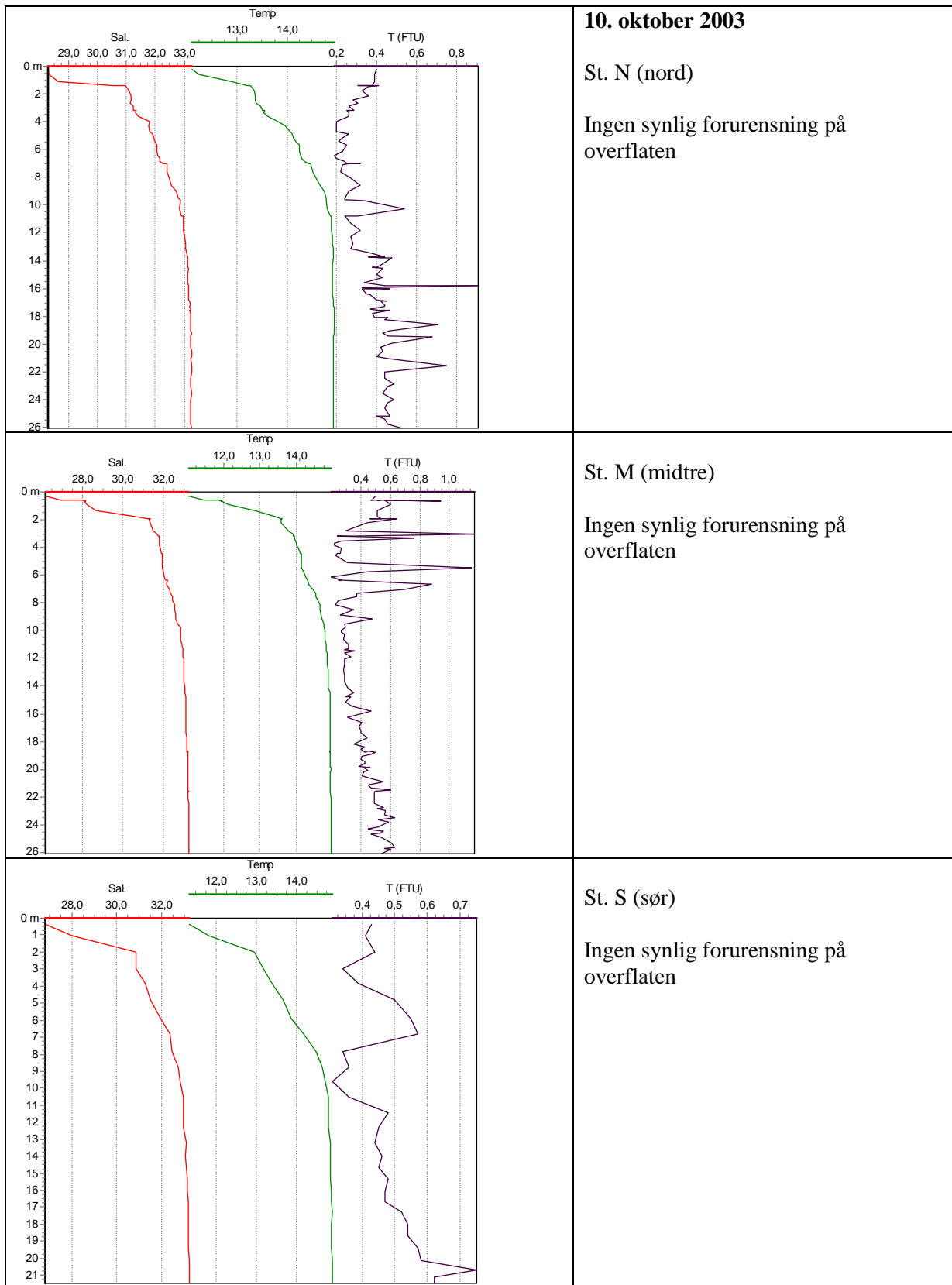
Maksimumsverdiene for turbiditeten var ikke spesielt høye. Målinger i indre fjordområder ved Svelvik og Sandefjord har indikert at normalverdier ligger i området 1-5 FTU-enheter (A. Helland NIVA, pers med; NCC et al. 2003). I kystvann utenfor Flekkefjord fant Moy & Oug (2004) verdier på 0.3-0.5 FTU-enheter. Trolig kan verdier i intervallet 0,5-1 FTU betraktes som bakgrunn i kystområder i perioder uten markerte planktonoppblomstringer. Det er også normalt å finne partikkelprofiler med intermediære toppe når vannmassene ikke er fullstendig omrørt (se f.eks. Moy & Oug 2004).

Ved prøvetakingen var det en øvre vannmasse med nedsatt saltholdighet fra overflaten ned til 7-12 m. Dette er vanlig i kystvann på ettersommeren. Det er mulig at vannmassene har stått forholdsvis i ro i sundet i perioden omkring prøvetakingen.

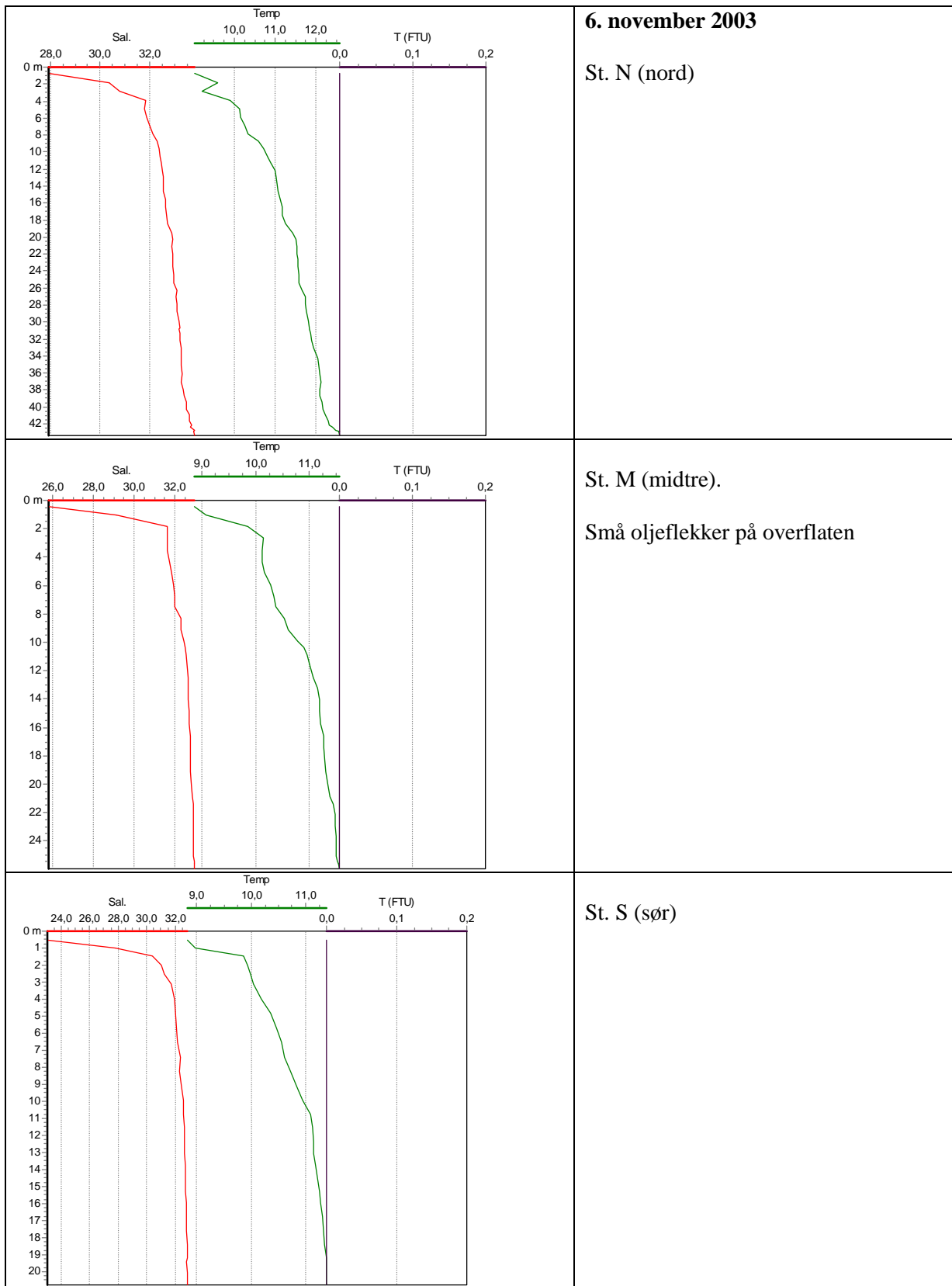
I oktober var det en rekke toppe i profilene for turbiditet på alle stasjonene, men verdiene var ikke spesielt høye (Figur 3B). I øvre vannlag (< 10 m) var det markerte toppe på stasjon M (FTU > 1,0), mens det på stasjonene N og S var forholdsvis lave konsentrasjoner. Trolig representerer toppene partikler som er oppvirvlet fra anleggsarbeidet. Vannmassene var sjiktet ned til 10-13 m dyp med et tynt overflatelag med nedsatt temperatur og saltholdighet.



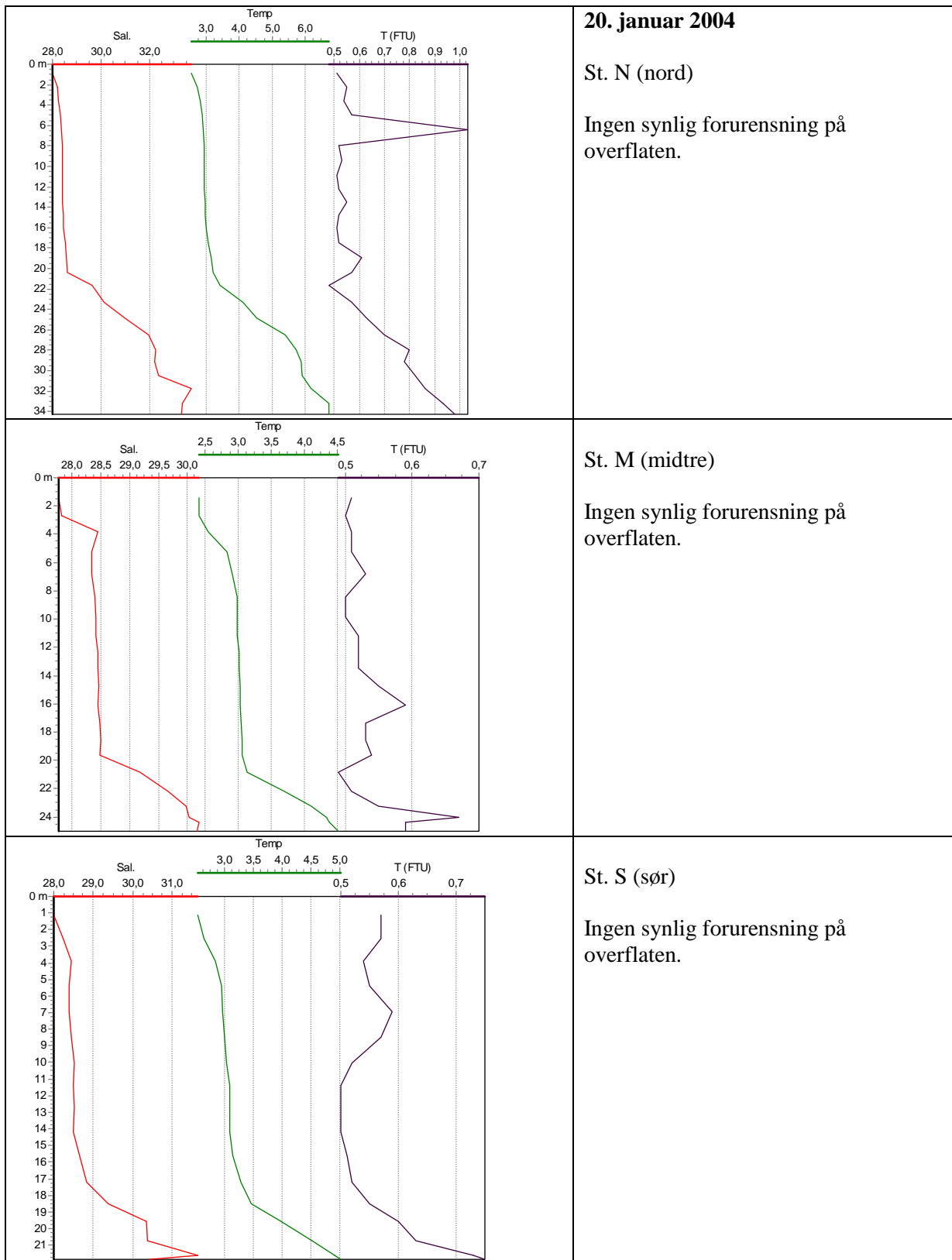
Figur 3A. Vertikalprofiler for saltholdighet (rød kurve), temperatur (grønn kurve) og turbiditet (lilla kurve) på overvåkingsstasjonene utenfor Nitriden-tomta 17. september 2003. Visuelle observasjoner ved prøvetakingen er også gitt. Merk ulike akser mellom figurene.



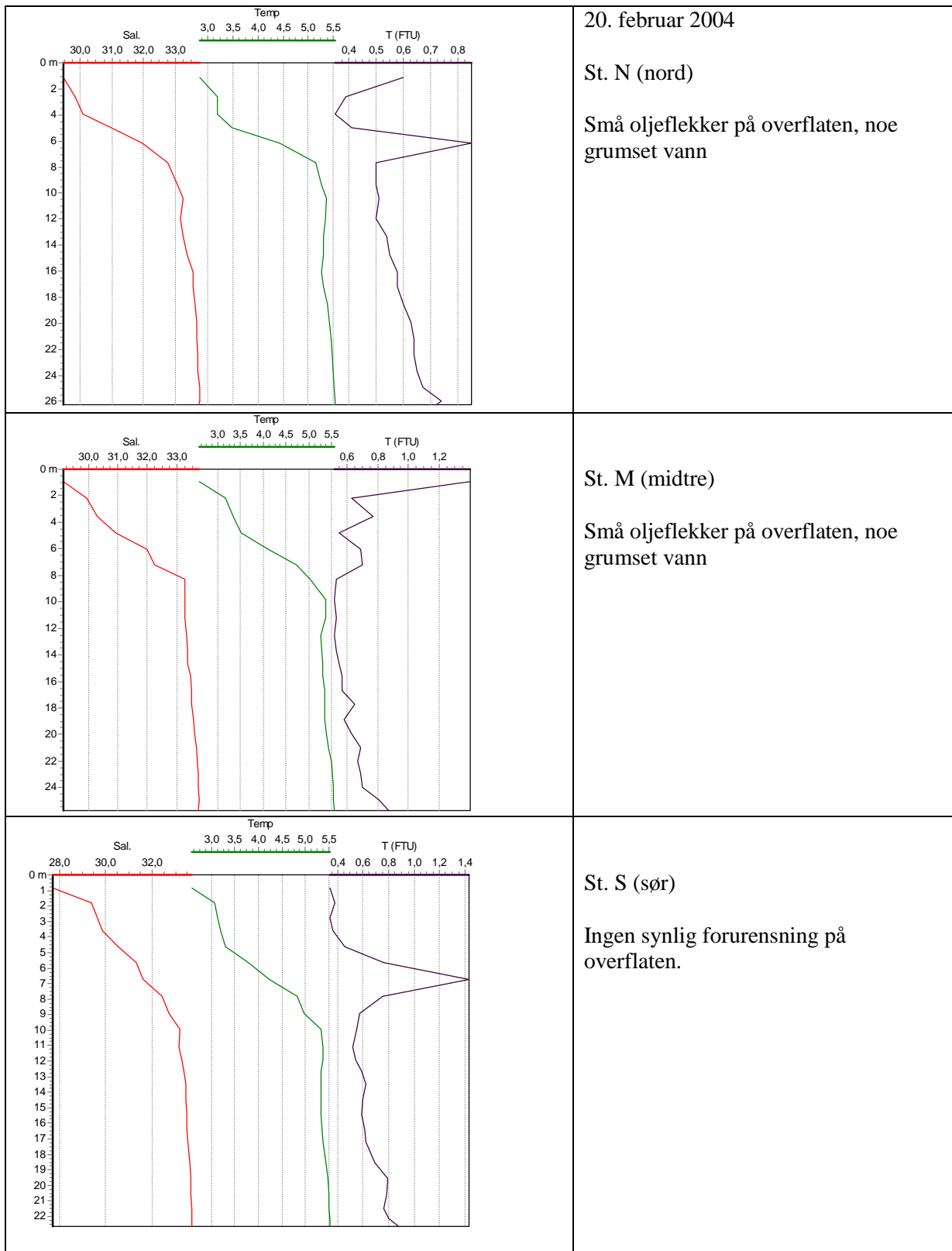
Figur 3B. Vertikalprofiler for temperatur, saltholdighet og turbiditet 10. oktober 2003. Visuelle observasjoner ved prøvetakingen er også gitt. Merk ulike akser mellom figurene.



Figur 3C. Vertikalprofiler for temperatur, saltholdighet og turbiditet 6. november 2003. Visuelle observasjoner ved prøvetakingen er også gitt. Alle partikkelmålinger viste verdi 0,00 pga feil på instrument



Figur 3D. Vertikalprofiler for temperatur, saltholdighet og turbiditet 20. januar 2004. Visuelle observasjoner ved prøvetakingen er også gitt. Merk ulike akser mellom figurene.



Figur 3E. Vertikalprofiler for temperatur, saltholdighet og turbiditet 20. februar 2004. Visuelle observasjoner ved prøvetakingen er også gitt. Merk ulike akser mellom figurene.

I november, etter sprengning, ble det beklageligvis ikke registrert turbiditet på grunn av feil med instrumentet. Det ble observert små oljeflekker på vannoverflaten, men ellers ikke noe uvanlig. Vannmassene var forholdsvis homogene med et tynt overflatesjikt med lav saltholdighet og temperatur (Figur 3C).

I januar 2004, etter spunting på anleggsområdet, var det lav turbiditet i vannmassene ned til omkring 20 m på stasjon M og S, mens det var et maksimum litt under overflaten (6-8 m) på stasjon N (Figur 3D). Under 20 m økte turbiditeten på alle stasjonene, men uten å nå særlig høye verdier. I samme dybdenivå var det et sprangsjikt med økning både i saltholdighet og temperatur. Økningen i turbiditet i dypvannet kan ha vært naturlig betinget siden denne falt sammen med overgang fra en vannmasse til en annen og var parallell over stasjonene, men det er også mulig at økningen skyldes nedsynkende partikler som oppholdes ved overgangen mellom vannmassene. Toppen på 6-8 m stasjon N var trolig fra en episode med partikkeloppvirvling på et tidspunkt hvor strømmen har vært nordøstlig i sundet.

I februar 2004, etter tilbakeføring av masser bak spuntveggen, var det markerte maksima nær overflaten i 0-2 m dyp eller på 6-8 m dyp på stasjonene (Figur 3E). De høyeste turbiditetene ble registrert på stasjon midt (M) og sør (S). Det er mest trolig at toppene var forårsaket av fint slam fra anleggsområdet. De høyeste verdiene ble registrert på stasjon sør (S) som ligger i hovedstrømretningen. Vannmassene var sjiktet med et tynt overflatelag med svært lav temperatur og saltholdighet.

3.2.2 Suspendert materiale (TSM)

Resultater for suspendert materiale i vann (TSM) målt fra vannprøvene er gitt i Tabell 4. I de fleste prøvene var konsentrasjonene moderate til lave, men enkelte prøver hadde forhøyde verdier. På stasjon midt (M) utenfor anleggsområdet var det klart høyere verdier enn på de andre stasjonene etter sprengning i november og etter tilbakeføring av muddermasser bak spuntvegg i februar. I november var økningen også tydelig i dypvannet. I september, da muddergrabbingen foregikk, var det økende verdier fra stasjon nord (N) til syd (S). I oktober og i januar var det like eller svakt økende verdier fra stasjon nord til syd.

Suspendert materiale i sjøvann måles rutinemessig på en stasjon utenfor Arendal under program for kystovervåking. Disse undersøkelsene har vist at normale høst- og vinterverdier for kystvann på Sørlandet ligger i intervallet 0.7-1.2 mg/l TSM, men at topper på > 2 mg/l TSM forekommer (Moy et al. 2002). I hovedsak ligger de målte verdiene i Tromøysund innenfor normalverdiene for kystvannet. De forhøyde verdiene utenfor anleggsområdet (stasjon M) i november og februar var over normalverdiene og må tilskrives anleggsarbeidet. Trolig var dette også tilfelle for stasjon sør (S) i september.

Tabell 4. Innhold av partikler (TSM) i vannprøver fra Tromøysund 17. september 03 – 20. februar 04. Alle verdier er gitt i mg/l TSM.

Stasjon	Dyp m	17. sept 03	10. okt 03	6. nov 03	20. jan 04	20. feb 04
Kontroll nord (KN)	1-3 m			0,66	0,55	0,37
Nord (N)	1-3 m	0,68	0,77	0,91	0,56	0,84
Midt (M)	1-3 m	1,04	0,74	4,01	0,58	3,69
Midt (M) dypvann	15-28 m		0,57	1,23	0,59	0,76
Sør (S)	1-3 m	1,68	0,77	0,55	0,98	0,47
Kontroll sør (KS)	1-3 m			0,53	0,75	0,42

3.2.3 Miljøgifter i vannmassene

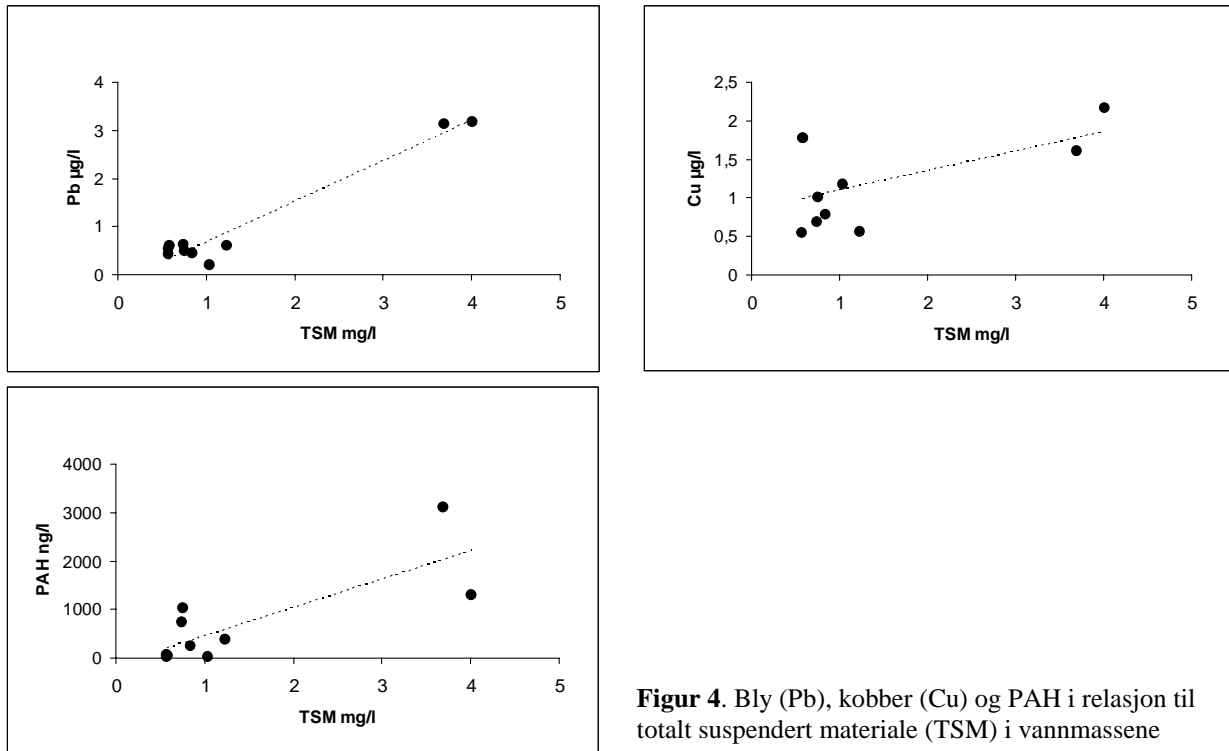
Resultater for miljøgifter i vannmassene er vist i Tabell 5. Generelt var det lave verdier for kadmium (Cd) og PCB i vannmassene, men forhøyde til meget høye verdier for kobber (Cu), bly (Pb) og PAH. For metallene, hvor det er gitt miljøkvalitetskriterier, faller flere av observasjonene for kobber og bly i tilstandklassene III-V (markert - meget sterkt forurenset).

De høyeste verdiene for bly (> 1 µg/l: klasse V) og PAH falt sammen med høye verdier for TSM. Dette tyder på at miljøgiftene har vært knyttet til partikler som ble utløst ved anleggsarbeidet. Det var imidlertid ikke entydige sammenhenger mellom miljøgifter og TSM. Figur 4 viser bly, kobber og PAH relatert til TSM. Det syntes å være en klar sammenheng mellom bly og TSM, og også forholdsvis klar sammenheng mellom PAH og TSM, mens det for kobber var en mindre klar sammenheng.

Fullstendige resultater fra undersøkelsene er gitt i Vedlegg C.

Tabell 5. Miljøgifter i vannprøver fra Tromøysund 17. september 03 – 20. februar 04. Tall i parentes for metaller angir tilstandsklasse i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet: klasse I = lite – ubetydelig forurenset, kl. II = moderat forurenset, kl. III = markert forurenset, kl. IV = sterkt forurenset, kl. V = meget sterkt forurenset (Molvær et al. 1997). Det er ikke gitt miljøkvalitetskriterier for PAH og PCB i vann.

Dato	Stasjon	Dyp m	TSM mg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Pb µg/l	PAH ₁₆ ng/l	PCB ₇ ng/l
17. sept 03	Midt (M)	1-3	1,04	0,019 (I)	1,17 (III)	0,19 (III)	20,9	< 0,1
		15-24		0,022 (I)	1,55 (IV)	2,51 (V)	794,9	< 0,1
10. okt 03	Midt (M)	1-3	0,74	0,014 (I)	0,69 (II)	0,62 (IV)	734,8	< 0,5
		18-28	0,57	0,013 (I)	0,55 (II)	0,53 (IV)	13,0	< 0,1
6. nov 03	Midt (M)	1-3	4,01	0,023 (I)	2,16 (IV)	3,17 (V)	1306,2	< 0,1
		18-23	1,23	0,011 (I)	0,56 (II)	0,61 (IV)	377,4	1,24
20. jan 04	Midt (M)	1-3	0,58	0,021 (I)	1,77 (IV)	0,43 (III)	67,9	< 0,1
		18-23	0,59	0,019 (I)	1,78 (IV)	0,60 (IV)	50,1	< 0,1
20. feb 04	Nord (N)	1-3	0,84	0,025 (I)	0,78 (III)	0,44 (III)	242,7	< 0,1
	Midt (M)	1-3	3,69	0,029 (I)	1,60 (IV)	3,13 (V)	3106,4	< 0,1
		17-25	0,76	0,022 (I)	1,00 (III)	0,50 (IV)	1027,9	< 0,1



Figur 4. Bly (Pb), kobber (Cu) og PAH i relasjon til totalt suspendert materiale (TSM) i vannmassene

3.2.4 Sammenfatning av resultatene

Sammenfattende har undersøkelsene under anleggsperioden vist:

17. september 2003, mudring av bunnsedimenter: Det var noe forhøyd partikkeltetthet i overflatelaget på stasjon S og i midtre vannmasser (12-18 m) på stasjon M rett ut for anleggsområdet. I partikkeltoppen i midtre vannmasser var det høye verdier for kobber og bly og forhøyde verdier for PAH.

10. oktober 2003, tomtearbeid: Det var moderat partikkelinnhold i vannmassene, men med markerte topper like under overflaten på stasjon M og generelt økende verdier mot dypet. Rett ut for anleggsområdet var det høye verdier for bly og forhøyd verdi for PAH, mens det for øvrig var moderat til lavt innhold av miljøgifter i vannmassene.

6. november 2003, etter sprengning: Det ble registrert høyt partikkelinnhold (TSM) på stasjon M utenfor anleggsområdet. Verdiene var høyest i overflatevannet. Sammen med høyt partikkelinnhold ble det registrert høye verdier for kobber, bly og PAH. I prøvene ble det også registrert PCB. Dette indikerer at sprengningsaktiviteten har ført til oppvirvling av forurensede partikler.

20. januar 2004, spunting: Partikkeltettheten økte markert under 20 m dyp, som falt sammen med en saltene og noe varmere vannmasse. Økningen i partikkeltetthet framkom imidlertid ikke i målingene av TSM. Trolig var dette naturlig partikkelinnhold i et innstrømmende dypvann. Det var forholdsvis høye verdier for kobber og bly i vannmassene, men ellers lavt innhold av miljøgifter i vannmassene.

20. februar 2004, tilbakeføring av muddermasser bak spuntvegg: Det ble det registrert høy partikkeltetthet i overflaten på stasjon M og en noe mindre markert topp i 4-9 m dyp på de andre stasjonene. Mot dypet var det igjen økte verdier, men dette kan representere samme vannmasse som i januar. Utenfor anleggsområdet ble det registrert høye verdier for bly og PAH. Dette indikerer at aktiviteten har ført til oppvirvling av forurensede partikler.

3.3 Undersøkelser etter avsluttet anleggsarbeid

3.3.1 Blåskjell

Undersøkelsene med blåskjell indikerte at det også etter avsluttet anleggsarbeid var generelt lave konsentrasjoner av metaller og organiske miljøgifter i vannmassene (Tabell 6). Sett i relasjon til SFTs miljøkvalitetskriterier falt alle konsentrasjonene innenfor grenseverdiene til beste tilstandsklasse (klasse I), med unntak for de potensielt kreftfremkallende PAH-forbindelsene (KPAH) (Tabell 6). KPAH falt i tilstandsklasse II (moderat forurenset) utenfor anlegget (stasjon M) og på stasjon S (sør). Generelt var det noe høyere verdier for PAH enn før anleggsarbeidet tok til på alle stasjoner.

For kobber (Cu) og PAH var det høyere konsentrasjoner på stasjon S (sør) enn ved anleggsområdet (stasjon M). Dette var tilsvarende som ble funnet ved før-undersøkelsen

Økningen i PAH-verdier i forhold til før-undersøkelsen var forholdsvis liten og ligger innenfor det som kan forventes som normal variasjon. Økningen var parallell over stasjonene, noe som kan tyde på at generelle forhold, for eksempel værforhold i eksponeringsperioden, kan ha spilt inn.

Fullstendige resultater fra undersøkelsene er gitt i Vedlegg C.

Tabell 6. Vevskonsentrasjoner av metaller, PAH og PCB i blåskjell fra rigger i Tromøysund etter avsluttet anleggsarbeid. Blåskjellene ble eksponert i perioden 20. august til 20. september 2005. Metaller er gitt på tørrvektsbasis, mens PAH og PCB er gitt for våtvekt. Grenseverdier for SFTs tilstandsklasse I (lite – ubetydelig forurenset) og II (moderat forurenset) er gitt for sammenligning (Molvær et al. 1997). KPAH = sum av potensielt kreftfremkallende PAH-forbindelser.

Stasjon	Tørrstoff %	Kadmium µg/g t.v.	Kobber µg/g t.v.	Bly µg/g t.v.	PAH ₁₆ µg/kg v.v.	KPAH µg/kg v.v.	PCB ₇ µg/kg v.v.
M (utenfor anlegg)	14	1,15	6,89	1,43	29,63	10,23	0,65
N (nord, Buøysund)	15	1,05	6,12	1,00	30,99	6,08	0,57
S (sør, Bukkevika)	15	1,11	7,47	1,27	44,80	14,00	0,66
SFT klasse I		< 2	< 10	< 3	< 50	< 10	< 4
SFT klasse II		2-5	10-30	3-15	50-200	10-30	4-15

3.3.2 Passive prøvetakere (SPMD)

Også i passive prøvetakere (SPMD) var det lav akkumulering av PAH og PCB (Tabell 7). For PCB var det ikke påvisbare konsentrasjoner i prøvene fra noen av stasjonene. For sum PAH var konsentrasjonene høyere enn ved før-undersøkelsen, men var fortsatt på nivå med hva som er funnet i kystområder i Rogaland utenfor forurensete områder (Berge et al. 2000, Bakke 2003).

SPMD registrerte i likhet med blåskjell høyere verdier for PAH på stasjon S (sør) enn utenfor anleggsområdet og øst i Tromøysund. Dette ble også funnet ved før-undersøkelsen.

Tabell 7. Konsentrasjoner av PAH og PCB på SPMD-membraner i Tromøysund etter avsluttet anleggsarbeid. SPMD ble eksponert i perioden 20. august til 20. september 2005. Konsentrasjoner av PCB var lavere enn analysens deteksjonsgrense. Det foreligger ikke miljøkvalitetskriterier for passive prøvetakere.

Stasjon	PAH ₁₆ ng/SPMD	KPAH ng/SPMD	PCB ₇ ng/SPMD
M (utenfor anlegg)	220,2	8,3	< det grense
N (nord, Buøysund)	286,3	13,6	< det grense
S (sør, Bukkevika)	581,2	62,2	< det grense

4. Vurderinger

Før anleggsstart var det liten forurensning i vannmassene. Både blåskjell og SPMD akkumulerte bare lave konsentrasjoner av miljøgifter. Alle komponenter som det foreligger miljøkvalitetskriterier for, falt innen beste tilstandsklasse (ubetydelig – lite forurenset). Ved undersøkelsene i 1994 ble det foretatt undersøkelser av opptak av metaller, PAH og PCB i blåskjell på en rekke lokaliteter omkring Nitriden-tomta (Helland et al. 1995). Blåskjell som var satt ut i utbyggingsområdet akkumulerte tilsvarende konsentrasjoner av metaller som i denne undersøkelsen, men litt høyere verdier for PAH (50-70 µg/kg vv) og PCB (5-8 µg/kg vv). Resultatene er ikke helt sammenlignbare fordi litt ulike komponenter har vært analysert i de to undersøkelsene, men gir en god indikasjon. I 1994 ble det undersøkt skjell som var satt ut både i august og oktober. I begge perioder var det mye nedbør og stor avrenning fra land som kan ha ført til noe høyere konsentrasjonene enn hva tilfellet ville vært i tørrværsperioder.

Under anleggsperioden har det forekommet perioder med oppvirvling av partikler og spredning av miljøgifter. Dette var mest tydelig i november 2003 i forbindelse med sprengningsvirksomheten og i februar 2004 da tilbakefylling av masser bak spuntvegg og opptak av stein fant sted. Oppvirvlingen ble i hovedsak registrert rett ut for Nitriden (st. midtre). Spredning av partikler ble registrert innover i Tromøysund (st. sør) i september 2003 og i begge retninger i februar 2004. Partikkelkonsentrasjonene var imidlertid ikke spesielt høye. Ved utbygging av kaiområdet ved Langnes like nordøst for Nitriden ble det påvist lokal spredning av partikler under anleggsfasen. I perioder med oppvirvling var det forhøyde verdier for kobber og bly i vannmassene (Møy et al. 2003).

Etter avsluttet anleggsvirksomhet var det liten forurensning i vannmassene. Det ble registrert samme nivå for metaller som før anleggsvirksomheten, men litt høyere verdier for PAH. Økningen i PAH var imidlertid forholdsvis liten og innenfor det som kan forventes som normal variasjon. Både i blåskjell og SPMDer ble høyeste verdi for PAH registrert på stasjon S utenfor Bukkevika. Dette kan tyde på at PAH lekker ut fra området ved Bukkevika hvor det er registrert høy forurensning i bunnsedimentene (Bakke et al. 2001).

I vannprøvene som ble tatt under anleggsperioden ble det registrert høye konsentrasjoner av bly og kopper (klasse IV-V etter SFTs miljøkvalitetskriterier), mens det i blåskjellene før og etter anleggsperioden ikke ble registrert forhøyde verdier for metallene (klasse I). Dette gir inntrykk av at vannmassene var betydelig forurenset under anleggsfasen, men at det ellers var liten forurensning. Det er imidlertid lite grunnlag for å sammenligne og tolke disse resultatene mot hverandre. Vannprøvene vil fange opp enkeltepisoder, mens blåskjellene gir integrerte verdier over en lengre periode. Forløpige studier tyder på at skjell kan utsettes for episodisk høye verdier uten at miljøgiftene akkumuleres. Prøvetakingen under anleggsfasen har ved sitt opplegg ikke vært rettet mot å beskrive en generell tilstand i vannmassene.

Undersøkelsene før og etter byggeperioden for kaiområdet ved Nitriden-tomta indikerer at tiltakene mot utlekking av forurensningsstoffer i utbyggingsområdet har vært effektive. I byggeperioden ble det registrert episoder med oppvirvling av forurensete sedimenter, men ingen av episodene var av omfattende karakter.

5. Referanser

- Asplan Viak 2003. Arendal kommune. Opprydding etter grunnforurensning ved 'Nitriden' i Eydehavn. Arbeidsplan for å hindre spredning av forurensning fra Nitridentomta. Notat Asplan Viak Sør AS, juni 2003. 8 s.
- Bakke T. 2003. Overvåking av det marine miljø utenfor gassprosesseringsanlegget på Kårstø. Biotilgjengelighet av utslippskomponenter i avløpsvann. NIVA rapport 4689. 23 s.
- Bakke T, Tveiten L, Håvardstun J. 2001. Sedimentundersøkelser i Bukkevika, Eydehavn, 2001. NIVA rapport 4412. 19 s.
- Bakke T, Uriansrud F. 2004. PAH i passive prøvetakere i sjøområdene utenfor Hydro Aluminium Sunndal AS. NIVA rapport 4880. 36 s.
- Berge JA, Fagerhaug A, Rygg B. 2000. Marine investigations in Risavika 2000. NIVA rapport 4301. 37 s.
- Helland A. 1993. Nitriden-industriområde i Arendal. Prosjektområde 6: Sedimenter i Tromøysund og Heggedalsbukta. NIVA rapport 2846. 73 s.
- Helland A, Bakke T, Jacobsen T, Magnusson J. 1995. Nitriden. Utvidete undersøkelser av den marine resipient. Heggedalsbukta, Buesund og Tromøysund. NIVA rapport 3315. 44 s + vedlegg.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT Veiledning 97:03. 36 s.
- Moy F, Håvardstun J, Kroglund T. 2003. Overvåking av sjøområdene under utbygging av kaiområde ved Langnes-Pinnen, Arendal kommune. NIVA rapport 4647. 23 s.
- Moy F, Oug E. 2004. Vannkvalitet i fjordene ved Flekkefjord 2003. Næringssalter og oksygen. NIVA rapport 4916. 34 s.
- Moy F, Aure J, Dahl E, Green N, Johnsen T, Lømsland E, Magnusson J, Omli L, Oug E, Pedersen A, Rygg B, Walday M. 2002. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Tiårsrapport 1990-99. Statlig prog. forurensningsovervåk TA-1883/2002 (NIVA rapport 4543). SFT Oslo. 136 s.
- NCC, NGI, NIVA 2003. Kamfjordkilen, Sandfjord. Erfaringsrapport fra miljømudring i Kamfjordkilen. Sluttrapport utarbeidet for Sandefjord kommune 17. november 2003. 62 s.
- Næs K, Oug E, Knutzen J, Moy F. 1991. Resipientundersøkelse av Tromøysund. Bunnsedimenter, organismer på bløt- og hardbunn, miljøgifter i organismer. NIVA rapport 2645. 104 s.
- Næs K, Oug E, Håvardstun J. 2003. PAH-forurensede sedimenter i nærområdet til Elkem i Kristiansand. Fase 1: en samlet analyse av data fra Fiskåbukta og Vesterhavn fra perioden 1983-2001. Fase 2: undersøkelser for å avklare eventuelle aktive PAH-tilførsler. NIVA rapport 4721. 66 s.

Vedlegg A. Posisjoner for prøvetaking

Posisjoner for utsetting av blåskjell og SPMD før og etter anleggsperioden (WGS 84)

stasjon	Pos N.	Pos. Ø
Nitriden sør	58 29.789	008 52.729
Nitriden midtre	58 29.891	008 53.095
Nitriden nord	58 30.085	008 53.449

Vedlegg B. Analysemetoder

Metaller i blåskjell

NIVA-metode nr.	Analysevariable:	Måleenhet:	LIMS-kode:
E 8-3			
Prinsipp:			
<p>Prøver konserverert med salpetersyre introduseres med en peristaltisk pumpe og overføres til en aerosol i forstøveren. Denne blir ført til argonplasmaet som atomiserer og ioniserer prøven. Etter plasmaet passerer prøven to seriekoblede koner i et område med redusert trykk hvor plasmagassen fjernes. Ionestrømmen fokuseres med en elektrisk ionelinse før den introduseres til det kvadruple massespektrometeret for separasjon basert på masse/ladningsforholdet. Ionene måles med en pulstellings detektor basert på en diskret dynode multiplikator</p>			
Referanser:			
<p>Perkin-Elmer: ELAN 6000 Hardware Guide, Part No. 0993-8969, og ELAN 6000 Software Guide, Part No. 0993-8968.</p>			
Instrumenter:			
<p>Perkin-Elmer Sciex ELAN 6000 ICP-MS</p>			

PCB i blåskjell

NIVA-metode nr.	Analysevariable:	Måleenhet:	LIMS-kode:
H 3-4	Polyklorerte bifenylar	µg/kg v.v.	PCB-B PCB7-B
Prinsipp:			
<p>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.</p>			
Referanser:			
<p>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</p>			
Instrumenter:			
<p>Hewlett Packard modell 5890 Series II med column injector og HP autoinjektor 7673. Systemet er utstyrt med elektroninnfangningsdetektor (ECD).</p>			

PAH i blåskjell

NIVA-metode nr.	Analysevariable:	Måleenhet:	LIMS-kode:
H 2-4	Polyaromatiske hydrokarboner	µg/kg t.v.	PAH-B PAH16-B
Prinsipp:			
<p>Prøvene tilsettes indre standarder. Biologisk materiale forsåpes først med KOH/metanol. Deretter ekstraheres PAH med pentan. 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.</p>			
Referanser:			
<p>Grimmer G. og Bøhnke H. 1975. Jour. of the AOAC Vol. 58 No. 4.</p>			
Instrumenter:			
<p>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.</p>			

PCB i vann og SPMD

NIVA-metode nr.	Analysevariable:	Måleenhet:	LIMS-kode:
H 3-2	Polyklorerte bifenylar	ng/l	PCB-V PCB7-V
Prinsipp:			
<p>Prøvene tilsettes indre standard og ekstraheres med organiske løsemidler. Ekstraktene gjennomgår ulike rensesrinn for å fjerne interfererende stoffer. Til slutt analyseres ekstraktet ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroninnfangningsdetektor</p>			
Referanser:			
<p>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</p>			
Instrumenter:			
<p>Hewlett Packard modell 5890 Series II med column injector og HP autoinjektor 7673. Systemet er utstyrt med elektroninnfangningsdetektor (ECD).</p>			

PAH i vann og SPMD

NIVA-metode nr.	Analysevariable:	Måleenhet:	LIMS-kode:
H 2-2	Polyaromatiske hydrokarboner	ng/l	PAH-V PAH16-V
Prinsipp:			
<p>Prøvene tilsettes indre standarder og ekstraheres med syklohexan. Ekstraktet gjennomgår ulike renseprosesser for å fjerne forstyrrende stoffer. Tilslutt analyseres ekstraktet med GC/MSD. PAH identifiseres med MSD ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekyllioner. Kvantifisering utføres ved hjelp av de tilsatte indre standarder.</p>			
Referanser:			
<p>Grimmer G. og Bøhnke H. 1975. Jour. of the AOAC Vol. 58 No. 4.</p>			
Instrumenter:			
<p>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.</p>			

Metaller i vann

NIVA-metode nr.	Analysevariable:	Måleenhet:	LIMS-kode:
E 2-5	Metaller grafittovn atomabsorpsjon	µg/l Ag Al Cd Co Cr Cu	Fe Mn Mo Ni Pb Sr
Prinsipp:			
<p>En passende mengde prøve (20-50 µl) konservert med salpetersyre overføres til et grafittør som oppvarmes elektrotermisk. Ved trinnvis øking av temperaturen etter et program tilpasset for hvert enkelt metall gjennomføres tørking foraskning og atomisering. Som lyskilde benyttes en hulkatodelampe der katoden inneholder det metallet som skal bestemmes eller en elektrodøls lampe (EDL). Lampene avgir et linjespektrum som er spesifikt for lampen og det metallet som skal bestemmes. Lyset absorberes selektivt av dette elementets atomer når det passerer gjennom den atomiserte prøven. Metallkonsentrasjonen bestemmes ved å jevnføre prøvens absorbans med kjente kalibreringsløsningers absorbans.</p>			
Referanser:			
<p>Norsk Standard NS 4780. Metaller i vann slam og sedimenter. Elektrotermisk atomisering i grafittovn. Generelle prinsipper og retningslinjer. 1. Utg. 1988. NS 4781.</p>			
Instrumenter:			
<p>Perkin-Elmer atomabsorpsjonsspektrometer AAnalyst 700 tilkoblet grafittovn av typen HGA og prøveveksler AS 800. Instrumentet styres med Dell Pentium 2 PC og resultater skrives ut på en Laserjet 1100.</p>			

Vedlegg C. Analyseresultater

Tabell C1. Blåskjell

O-23420 Nitriden

Blåskjell

Før anleggsvirksomhet, eksponert 7 august til 3 september 2003

Dato mottatt 24.10.2003

Prøvenr				2003-02518	2003-02518	2003-02518
Merket				Nitriden syd	Nitriden midt	Nitriden nord
Kode	Parameter	Enhet	Metode			
TTS/%	Totalt tørrstoff	%	B 3	15,7	12,9	14,7
Cd/MS-B	Kadmium	µg/g	E 8-3	0,202	0,187	0,2
Cu/MS-B	Kobber	µg/g	E 8-3	1,05	0,833	0,85
Pb/MS-B	Bly	µg/g	E 8-3	0,21	0,21	0,24
CB28-B		µg/kg v.v.	H 3-4	<0,20	0,21	<0,20
CB52-B		µg/kg v.v.	H 3-4	i	0,24	0,2
CB101-B		µg/kg v.v.	H 3-4	0,21	<0,20	0,29
CB118-B		µg/kg v.v.	H 3-4	0,22	<0,20	<0,20
CB153-B		µg/kg v.v.	H 3-4	0,27	<0,20	0,23
CB138-B		µg/kg v.v.	H 3-4	0,25	<0,20	0,21
CB180-B		µg/kg v.v.	H 3-4	<0,20	<0,20	<0,20
Sum PCB		µg/kg v.v.	Beregnet*	0,95	0,45	0,93
Seven Dutch		µg/kg v.v.	Beregnet*	0,95	0,45	0,93
NAP-B	naftalen	µg/kg v.v.	H 2-4	1,4	<1	<1
ACNLE-B	acenaftylen	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5
ACNE-B	acenaften	µg/kg v.v.	H 2-4	0,61	<0,5	<0,5
FLE-B	fluoren	µg/kg v.v.	H 2-4	1,1	<0,5	0,56
DBTHI-B	dibenzothiofen	µg/kg v.v.	H 2-4			
PA-B	fenantren	µg/kg v.v.	H 2-4	3,7	1,4	1,4
ANT-B	antracen	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5
FLU-B	fluoranten	µg/kg v.v.	H 2-4	4,6	2,9	2,8
PYR-B	pyren	µg/kg v.v.	H 2-4	3,8	1,6	1,5
BAA-B	benzo[a]antracen	µg/kg v.v.	H 2-4	2,2	1,5	1,3
CHRTR-B	chrysen+trifenylen	µg/kg v.v.	H 2-4	5,8	2,6	2,6
BBF-B	benzo[b]fluoranten	µg/kg v.v.	H 2-4	1,9	1,5	1,3
BKF-B	benzo[k]fluorantren	µg/kg v.v.	H 2-4	0,73	0,55	<0,5
BEP-B	benzo[e]pyren	µg/kg v.v.	H 2-4			
BAP-B	benzo[a]pyren	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5
PER-B	perylen	µg/kg v.v.	H 2-4			
ICDP-B	indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg v.v.	H 2-4	0,67	0,54	<0,5
DBA3A-B	dibenz[a,c/a,h]antracen	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5
BGHIP-B	benzo[ghi]perylen	µg/kg v.v.	H 2-4	1,5	0,76	0,53
Sum PAH16		µg/kg v.v.	Beregnet*	28,01	13,35	11,99
Sum KPAH		µg/kg v.v.	Beregnet*	5,5	4,09	2,6
Sum NPd		µg/kg v.v.	Beregnet*	5,1	1,4	1,4

Tabell C2. Blåskjell

**O-23420 Nitriden
Blåskjell**

Etter anleggsvirksomhet, eksponert 20 august til 20 september 2005

Dato mottatt 20.09.2005

Prøvenr				2005-01802	2005-01802	2005-01802
Merket				Nitriden syd	Nitriden midt	Nitriden nord
Kode	Parameter	Enhet	Metode			
TTS/%	Totalt tørrstoff	%	B 3	15	14	15
Fett-%	Fett	% pr.v.v.	H 3-4	1,3	1,5	1,6
Cd/MS-B	Kadmium	µg/g	E 8-3	0,167	0,161	0,157
Cu/MS-B	Kobber	µg/g	E 8-3	1,12	0,965	0,918
Pb/MS-B	Bly	µg/g	E 8-3	0,19	0,2	0,15
CB28-B		µg/kg v.v.	H 3-4	<0,10	<0,10	<0,10
CB52-B		µg/kg v.v.	H 3-4	i	i	i
CB101-B		µg/kg v.v.	H 3-4	0,15	0,14	0,12
CB118-B		µg/kg v.v.	H 3-4	0,13	0,12	0,11
CB153-B		µg/kg v.v.	H 3-4	0,24	0,23	0,21
CB138-B		µg/kg v.v.	H 3-4	0,14	0,16	0,13
CB180-B		µg/kg v.v.	H 3-4	<0,10	<0,10	<0,10
Sum PCB		µg/kg v.v.	Beregnet*	0,66	0,65	0,57
Seven Dutch		µg/kg v.v.	Beregnet*	0,66	0,65	0,57
NAP-B	naftalen	µg/kg v.v.	H 2-4	<1	<1	<1
ACNLE-B	acenaftalen	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5
ACNE-B	acenaften	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5
FLE-B	fluoren	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5
DBTHI-B	dibenzothiofen	µg/kg v.v.	H 2-4	0,66	<0,5	<0,5
PA-B	fenantren	µg/kg v.v.	H 2-4	4,2	2,6	4,5
ANT-B	antracen	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	0,97
FLU-B	fluoranten	µg/kg v.v.	H 2-4	8	5,7	8,6
PYR-B	pyren	µg/kg v.v.	H 2-4	5,4	3,6	5
BAA-B	benzo[a]antracen	µg/kg v.v.	H 2-4	4,5	3,8	2,4
CHRTR-B	chrysen+trifenylene	µg/kg v.v.	H 2-4	11	6,2	4,9
BBF-B	benzo[b]fluoranten	µg/kg v.v.	H 2-4	4,4	2,9	2
BJKF-B	benzo[j,k]fluoranten	µg/kg v.v.	H 2-4	2	1,6	1,1
BEP-B	benzo[e]pyren	µg/kg v.v.	H 2-4	6,5	3,5	3
BAP-B	benzo[a]pyren	µg/kg v.v.	H 2-4	1,4	1	<0,5
PER-B	perylene	µg/kg v.v.	H 2-4	0,78	<0,5	<0,5
ICDP-B	indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg v.v.	H 2-4	0,89	0,93	0,58
DBA3A-B	dibenz[a,c/a,h]antracen	µg/kg v.v.	H 2-4	0,81	<0,5	<0,5
BGHIP-B	benzo[ghi]perylene	µg/kg v.v.	H 2-4	2,2	1,3	0,94
Sum PAH		µg/kg v.v.	Beregnet*	52,74	33,13	33,99
Sum PAH16		µg/kg v.v.	Beregnet*	44,8	29,63	30,99
Sum KPAH		µg/kg v.v.	Beregnet*	14	10,23	6,08
Sum NPd		µg/kg v.v.	Beregnet*	4,86	2,6	4,5

Tabell C3. SPMD

**O-23420 Nitriden
SPMD**

Før anleggsvirksomhet, eksponert 7 august til 3 september 2003

Dato mottatt 21.10.2003

Prøvenr				2003-0424	2003-0424	2003-0424
Merket				Nitriden syd	Nitriden midt	Nitriden nord
Kode	Parameter	Enhet	Metode			
CB28-SPMD		ng/SPMD	H 3-2	<1,0	<1,0	<1,0
CB52-SPMD		ng/SPMB	H 3-2	i	<1,0	<1,0
CB101-SPMD		ng/SPMD	H 3-2	<1,0	<1,0	<1,0
CB118-SPMD		ng/SPMD	H 3-2	<1,0	<1,0	<1,0
CB153-SPMD		ng/SPMD	H 3-2	<1,0	<1,0	<1,0
CB138-SPMD		ng/SPMD	H 3-2	<1,0	<1,0	<1,0
CB180-SPMD		ng/SPMD	H 3-2	<1,0	<1,0	<1,0
NAP-SPMD	naftalen	ng/SPMD	H 2-2	46	27	<1
ACNLE-SPMD	acenaftalen	ng/SPMD	H 2-2	15	<1	1,1
ACNE-SPMD	acenaften	ng/SPMD	H 2-2	14	5	<1
FLE-SPMD	fluoren	ng/SPMD	H 2-2	71	37	7
DBTHI-SPMD	dibenzothiofen	ng/SPMD	H 2-2			
PA-SPMD	fenantren	ng/SPMD	H 2-2	153	84	21
ANT-SPMD	antracen	ng/SPMD	H 2-2	21	14	2,6
FLU-SPMD	fluoranten	ng/SPMD	H 2-2	118	77	19
PYR-SPMD	pyren	ng/SPMD	H 2-2	13	10	4,7
BAA-SPMD	benzo[a]antracen	ng/SPMD	H 2-2	15	7,6	2,6
CHRTR-SPMD	chrysen+trifenylene	ng/SPMD	H 2-2	30	17	7
BBF-SPMD	benzo[b]fluoranten	ng/SPMD	H 2-2	5,8	3,5	1,6
BKF-SPMD	benzo[k]fluorantren	ng/SPMD	H 2-2	1,2	1,1	<1
BEP-SPMD	benzo[e]pyren	ng/SPMD	H 2-2			
BAP-SPMD	benzo[a]pyren	ng/SPMD	H 2-2	<1	2,1	<1
PER-SPMD	perylene	ng/SPMD	H 2-2			
ICDP-SPMD	indeno[1,2,3-cd]pyren	ng/SPMD	H 2-2	<1	<1	1,1
DBA3A-SPMD	dibenz[a,c/a,h]antracen	ng/SPMD	H 2-2	<1	<1	<1
BGHIP-SPMD	benzo[ghi]perylene	ng/SPMD	H 2-2	<1	<1	1,1
PAH16		ng/SPMD	Beregnet*	503	285,3	68,8
Sum KPAH		ng/SPMD	Beregnet*	22	14,3	5,3

Tabell C4. SPMD

**O-23420 Nitriden
SPMD**

Etter anleggsvirksomhet, eksponert 20 august til 20 september 2005

Dato mottatt 20.09.2005

Prøvenr				2005-01802	2005-01802	2005-01802
Merket				Nitriden syd	Nitriden midt	Nitriden nord
Kode	Parameter	Enhet	Metode			
CB28-SPMD		ng/SPMD	H 3-2	<1,0	<1,0	<1,0
CB52-SPMD		ng/SPMB	H 3-2	<1,0	<1,0	<1,0
CB101-SPMD		ng/SPMD	H 3-2	<1,0	<1,0	<1,0
CB118-SPMD		ng/SPMD	H 3-2	<1,0	<1,0	<1,0
CB153-SPMD		ng/SPMD	H 3-2	<1,0	<1,0	<1,0
CB138-SPMD		ng/SPMD	H 3-2	<1,0	<1,0	<1,0
CB180-SPMD		ng/SPMD	H 3-2	<1,0	<1,0	<1,0
NAP-SPMD	naftalen	ng/SPMD	H 2-2	<10	<10	<10
ACNLE-SPMD	acenaftalen	ng/SPMD	H 2-2	5,7	<3	<3
ACNE-SPMD	acenaften	ng/SPMD	H 2-2	10	3,6	3,3
FLE-SPMD	fluoren	ng/SPMD	H 2-2	29	16	13
DBTHI-SPMD	dibenzothiofen	ng/SPMD	H 2-2	19	38	8,5
PA-SPMD	fenantren	ng/SPMD	H 2-2	120	63	66
ANT-SPMD	antracen	ng/SPMD	H 2-2	9,3	5,3	5,4
FLU-SPMD	fluoranten	ng/SPMD	H 2-2	150	74	110
PYR-SPMD	pyren	ng/SPMD	H 2-2	68	29	42
BAA-SPMD	benzo[a]antracen	ng/SPMD	H 2-2	16	5,1	8,3
CHRTR-SPMD	chrysen+trifenylene	ng/SPMD	H 2-2	79	21	33
BBF-SPMD	benzo[b]fluoranten	ng/SPMD	H 2-2	23	3,2	5,3
BJKF-SPMD	benzo[j,k]fluorantren	ng/SPMD	H 2-2	15	<3	<3
BEP-SPMD	benzo[e]pyren	ng/SPMD	H 2-2	21	3,1	5,4
BAP-SPMD	benzo[a]pyren	ng/SPMD	H 2-2	<3	<3	<3
PER-SPMD	perylene	ng/SPMD	H 2-2	<3	<3	<3
ICDP-SPMD	indeno[1,2,3-cd]pyren	ng/SPMD	H 2-2	8,2	<3	<3
DBA3A-SPMD	dibenz[a,c/a,h]antracen	ng/SPMD	H 2-2	<3	<3	<3
BGHIP-SPMD	benzo[ghi]perylene	ng/SPMD	H 2-2	8	<3	<3
Sum PAH		ng/SPMD	Beregnet*	581,2	261,3	300,2
Sum PAH16		ng/SPMD	Beregnet*	541,2	220,2	286,3
Sum KPAH		ng/SPMD	Beregnet*	62,2	8,3	13,6
Sum NPD		ng/SPMD	Beregnet*	139	101	74,5

Tabell C5. Vannprøver

O-23420 Nitriden
Vannprøver

Under anleggsperioden 2003-2004

Dato	17.09.2003	17.09.2003	10.10.2003	10.10.2003	06.11.2003	06.11.2003	20.01.2004	20.01.2004	20.02.2004			
Prøvenr	2003-02088	2003-02088	2003-02328	2003-02328	2003-2700	2003-2700	2004-00121	2004-00121	2004-00312			
Stasjon	Nitr midt	Nitr midt	Nitr midt	Nitr midt	Nitr midt	Nitr midt	Nitr midt	Nitr midt	Nitr midt			
Dyp	1-3	15-24	1-3	18-28	1-3	18-23	1-3	18-23	1-3			
Kode	Parameter	Enhet	Metode									
TSM	Suspendert materiale	mg/l	B 4	1,04	m	0,74	0,57	4,01	1,23	0,58	0,59	3,69
Cd/Fr-sj	Kadmium	µg/l	E 2-5	0,019	0,022	0,014	0,013	0,023	0,011	0,021	0,019	0,029
Cu/Fr-sj	Kobber	µg/l	E 2-5	1,17	1,55	0,69	0,55	2,16	0,56	1,77	1,78	1,6
Pb/Fr-sj	Bly	µg/l	E 2-5	0,19	2,51	0,62	0,53	3,17	0,61	0,43	0,6	3,13
CB28-V		ng/l	H 3-2	<0,30	<0,30	<0,20	<0,20	<0,50	<0,50	<0,30	<0,30	<0,20
CB52-V		ng/l	H 3-2	i	i	i	<0,20	<0,50	<0,50	<0,30	<0,30	<0,20
CB101-V		ng/l	H 3-2	<0,30	<0,30	<0,20	<0,20	<0,50	<0,50	<0,30	<0,30	<0,20
CB118-V		ng/l	H 3-2	<0,30	<0,30	<0,20	<0,20	<0,50	0,69	<0,30	<0,30	<0,20
CB153-V		ng/l	H 3-2	<0,30	<0,30	<0,20	<0,20	<0,50	<0,50	<0,30	<0,30	<0,20
CB138-V		ng/l	H 3-2	<0,30	<0,30	<0,20	<0,20	<0,50	0,55	<0,30	<0,30	<0,20
CB180-V		ng/l	H 3-2	<0,30	<0,30	<0,20	<0,20	<0,50	<0,50	<0,30	<0,30	<0,20
Sum PCB		ng/l	Beregnet*						1,24			
Seven Dutch		ng/l	Beregnet*						1,24			
NAP-V	naftalen	ng/l	H 2-2	2,9	6,9	3,2	<2	35	47	44	m	90
ACNLE-V	acenaftylene	ng/l	H 2-2	7,9	<2	3,1	<2	3,2	<2	4,5	m	7,4
ACNE-V	acenaften	ng/l	H 2-2	<2	3,5	2	<2	31	17	3	8,3	59
FLE-V	fluoren	ng/l	H 2-2	<2	194	9,2	<2	25	15	5,5	16	100
DBTHI-V	dibenzothiofen	ng/l	H 2-2									
PA-V	fenantren	ng/l	H 2-2	<2	19	43	<2	110	41	3,1	13	420
ANT-V	antracen	ng/l	H 2-2	<2	15	26	<2	42	8,7	<2	<2	110
FLU-V	fluoranten	ng/l	H 2-2	5,5	198	320	4,6	310	68	4,8	8,3	610
PYR-V	pyren	ng/l	H 2-2	4,6	194	200	2,9	280	68	3	4,5	460
BAA-V	benzo[a]antracen	ng/l	H 2-2	<2	45	43	2,1	120	30	<2	<2	260
CHRTR-V	chrysen+trifenylen	ng/l	H 2-2	<2	49	35	3,4	89	27	<2	<2	190
BBF-V	benzo[b]fluoranten	ng/l	H 2-2	<2	41	29	<2	82	19	<2	<2	250
BKF-V	benzo[k]fluorantren	ng/l	H 2-2	<2	8,8	7,6	<2	31	7,8	<2	<2	91
BEP-V	benzo[e]pyren	ng/l	H 2-2									
BAP-V	benzo[a]pyren	ng/l	H 2-2	<2	9,2	6,8	<2	53	11	<2	<2	170
PER-V	perylene	ng/l	H 2-2									
ICDP-V	indeno[1,2,3-cd]pyren	ng/l	H 2-2	<2	5,9	3,7	<2	51	11	<2	<2	130
DBA3A-V	dibenz[a,c,h]antracen	ng/l	H 2-2	<2	<2	<2	<2	11	<2	<2	<2	29
BGHIP-V	benzo[ghi]perylene	ng/l	H 2-2	<2	5,6	3,2	<2	33	6,9	<2	<2	130
Sum PAH		ng/l	Beregnet*	20,9	794,9	734,8	13	1306,2	377,4	67,9	50,1	3106,4
Sum KPAH		ng/l	Beregnet*		109,9	90,1	2,1	348	78,8			930
Sum NPd		ng/l	Beregnet*	2,9	25,9	46,2		145	88	47,1	13	510

i = dekket ved interferens
m = mangler