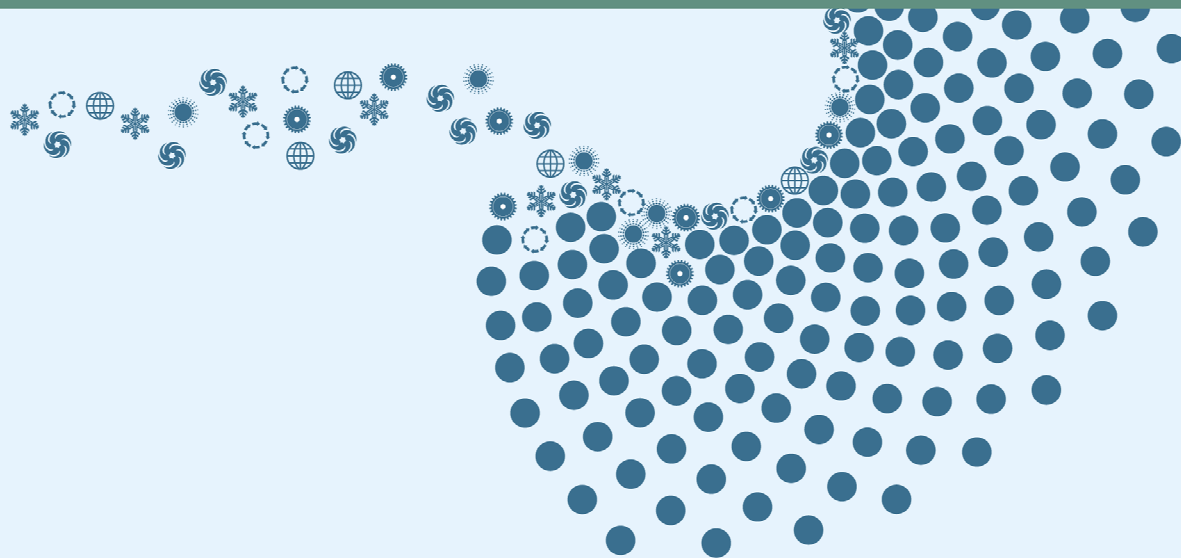


MILJØGIFTER I SEDIMENTER RUNDT ÅLESUND –
RESULTATER FRA SUPPLERENDE PRØVER FRA
TILTAKSPLANOMRÅDET

2426

2008



**Miljøgifter i sedimenter rundt Ålesund – resultater
fra supplerende prøver fra tiltaksplanområdet
(TA 2426/2008)**

Forord

NIVA er engasjert av Statens forurensningstilsyn (SFT) til å gjennomføre undersøkelser av miljøgifter i sedimenter i Ålesundsområdet. Arbeidet er et supplement til tidligere undersøkelser i forbindelse med tiltaksplanen for Ålesund. Området er ett av 17 fjorder hvor SFT har kommet med pålegg om utarbeidelse av tiltaksplaner for forurensede sedimenter. Feltarbeidet ble gjennomført i november 2007 samtidig med innsamling av prøver for sporing av mulige kilder til observerte høye nivåer av bromerte flammehemmere og ble dekket av SFT-kontrakt 5007190. Analyser og rapportering dekkes av SFT-kontrakt nr 5008101.

Følgende personer var med under feltarbeidet:

John Arthur Berge, NIVA	Toktleder
Asbjørn Sævik	Skipper
Nils-Roar Hareide, Runde Miljøsenster	Lokal kontaktperson og fiskeribiolog
Suel Hussein Kassembo	Hjelpemann
Leif Arne Håhjem	Tekniker

Alle analyser er gjennomført ved NIVAs laboratorium.

Kontaktperson på SFT i forbindelse med feltarbeidet og rapportering har vært Bård Nordbø. John Arthur Berge har vært prosjektleder hos NIVA.

Oslo, 27. juni 2008



John Arthur Berge

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Materiale og metoder	7
2.1 Feltarbeid og prøveinnsamling	7
2.2 Kjemiske analyser	13
3. Resultater	15
3.1 Metaller	17
3.2 Tinnorganiske forbindelser	20
3.3 Polyklorerte bifenyler (PCB)	22
3.4 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)	25
4. Sammenfatning og konklusjoner	30
5. Referanser	32
6. Vedlegg	33

Sammendrag

SFT har pålagt fylkenes miljøvernmyndigheter å utarbeide tiltaksplaner for forurensede sedimenter. Tiltaksplan fase 2 for Ålesundsområdet er utarbeidet. For å avgrense tiltaksområdet ble det fra SFTs side vurdert nødvendig med ytterligere analyser av miljøgifter i sedimenter i Aspevågen og Steinvågen. Her rapporteres resultatene fra disse analysene. Feltarbeidet ble gjennomført i november 2007. Overflatesedimenter (0-1 cm) ble innsamlet fra 2 stasjoner i Steinvågen og 10 stasjoner i Aspevågen. På 2 av stasjonene i Aspevågen ble også dypereleggende sedimenter innsamlet. Følgende miljøgifter inngår i undersøkelsen: kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), bly (Pb), sink (Zn), tinnorganiske forbindelser (deriblant tributyltinn (TBT)), polyklorerte bifenyler (PCB) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Resultatene er klassifisert i henhold til SFTs klassifiseringssystem basert på giftighet (SFT TA 2229/2007). I tillegg er også noen støtteparametere analysert.

På de fleste stasjonene var sedimentet relativt grovkornet, men inneholdt likevel mye organisk karbon. Dette kan tyde på en lokal eutrofiering.

En samlet vurdering viser at de mest forurensede stasjonene er TIL 1 (øst for Steinvåg) og TIL 6 (i Aspholet) tett fulgt av TIL 9, TIL 2, TIL 7, TIL 8 og TIL 11 spredd i mesteparten av området. De østligste stasjonene (TIL 3, TIL 4, TIL 12 og TIL 13) var imidlertid minst forurenset.

På alle stasjonene var det minst en parameter som ble klassifisert til tilstandsklasse V. Omfattende toksiske effekter kan dermed forventes i sedimentlevende bunndyr på alle stasjoner. Miljøforholdene i sedimentet i Aspevågen og Steinvågen er dermed som helhet svært dårlige. Det er TBT som utgjør den største miljøtrusselen fulgt av metaller, PAH og i noe mindre grad PCB.

Metaller: Konsentrasjonene av Cd, Cr, Ni og Pb i overflatesedimentet var i hovedsak lave (tilstandsklasse I-II) og toksiske effekter av disse metallene på sedimentlevende dyr er ikke sannsynlige. For Zn hadde bare en stasjon (TIL 1 i indre del av Aspevågen) så høy konsentrasjon at effekter ved langtidseksposering kan forventes. De høyeste konsentrasjonene ble observert for Hg, Cu og Pb. Særlig høy var konsentrasjonen av Hg og Cu på stasjon TIL 1 og TIL 6 og for Pb på stasjon TIL 11 og omfattende toksiske effekter på bunnfauna kan forventes selv ved korttidseksposering.

TBT: Det ble observert svært høye konsentrasjoner av TBT i alle prøver av overflatesedimentene. En vurdering av de observerte konsentrasjonsnivåer opp mot effektbaserte kriterier gir at omfattende akutte toksiske effekter kan forventes på dyr i overflatesedimentet på alle stasjoner. Også ved bruk av forvaltningsmessige kriterier er TBT-nivåene i overflatesedimentet svært høyt.

PCB: De observerte nivåer av Σ PCB₇ i overflatesedimentene (klasse III) tilsier at forurensningstilstanden kan karakteriseres som moderat i hele området. Toksiske effekter på bunndyr som lever i overflatesedimentet kan imidlertid forventes på alle stasjoner ved langtidseksposering.

PAH: I overflatesedimentene ble det observert høye Σ PAH₁₆ konsentrasjoner (kl. IV-V) på alle stasjonene. Forslag: Alle PAH-forbindelsene unntatt naftalen og fenantren forekom i konsentrasjoner som vil gi toksiske effekter ved korttidseksposering på en eller flere stasjoner. For benzo(a)antracen, chrysen, indeno(1,2,3cd)pyren og benzo(ghi)perylene gjaldt dette alle stasjonene.

1. Innledning

SFT har pålagt fylkenes miljøvernmyndigheter å utarbeide tiltaksplaner for forurensede sedimenter. I 2003 ble det utarbeidet tiltaksplaner (fase 1) for 23 områder i Norge. Tiltaksplan fase 1 for Borgundfjorden (Fagerhaug 2003) omfattet bl.a. en sammenstilling av eksisterende data, identifikasjon av eksisterende kilder og en prioritering av delområder hvor videre undersøkelser var nødvendig.

Ålesundsområdet er ett av 17 områder som ble videreført for utarbeidelse av en tiltaksplan fase 2. Tiltaksplan fase 2 for dette området er ferdigstilt (Helland mfl. 2006). Arbeidet med fase 2 omfattet også supplerende undersøkelser av miljøgifter i sedimenter i delområdene Aspevågen, Buholmstranda og Kavlesundet / Fiskerstrand (Fagerhaug og Helland, 2006).

Arbeidet med tiltaksplan fase 2 ledet frem til en del anbefalinger om tiltak (Helland mfl. 2006). For å avgrense tiltaksområdet ble det fra SFTs side vurdert som nødvendig med ytterligere analyser av miljøgifter i sedimenter i Aspevågen og Steinvågen. Stasjonsvalget ble avtalt etter samtale med Arne Fagerhaug i Multiconsult og Erik Høygaard i SFT. Her rapporteres resultatene fra disse analysene.

2. Materiale og metoder

2.1 Feltarbeid og prøveinnsamling

Feltarbeide ble gjennomført i samarbeide med Runde Miljøsentere i perioden 12.-13. november 2007. Under feltarbeidet ble det benyttet en eldre 55 fots kystfiskebåt (M/S Sjøtun).

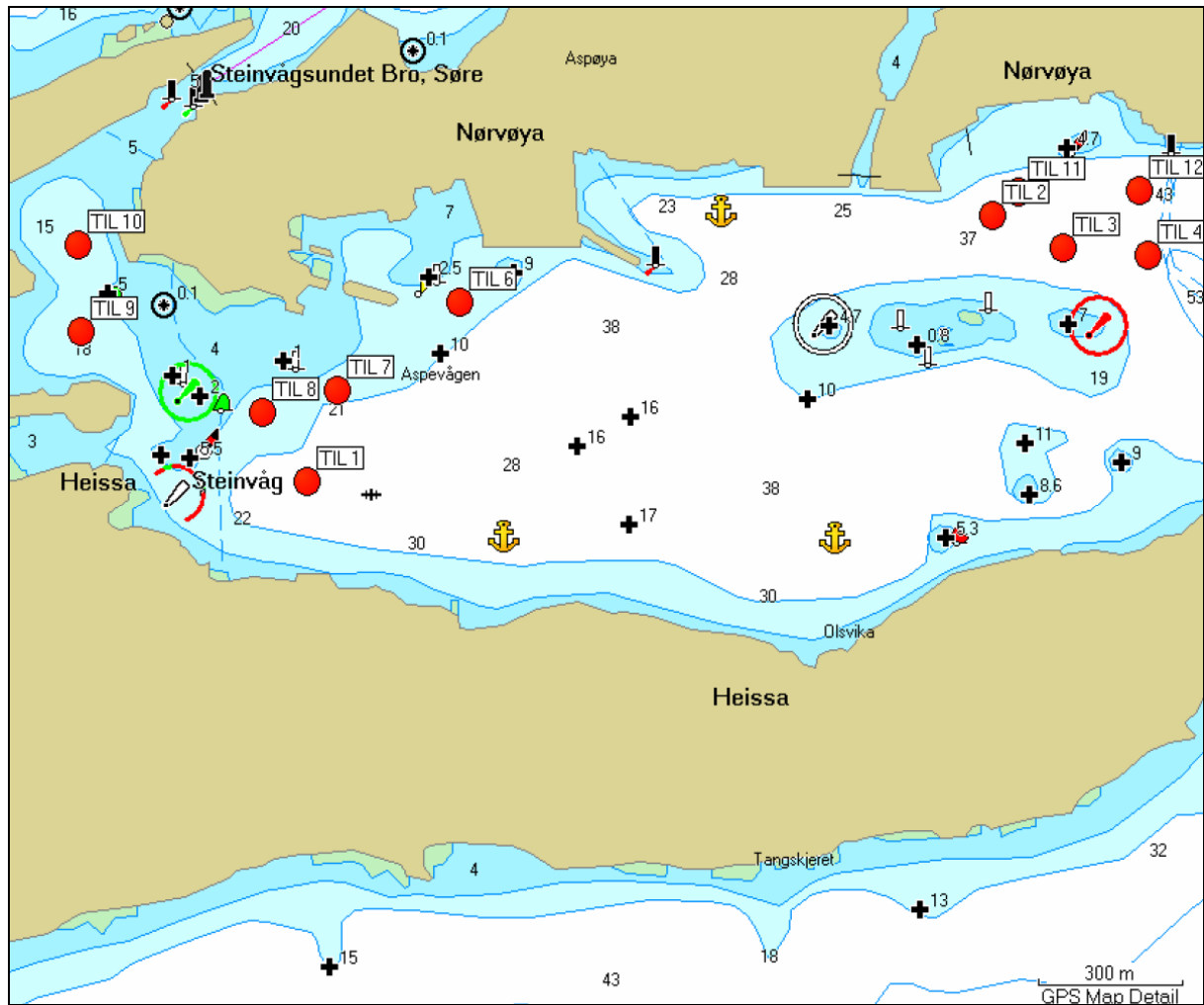
Det ble hentet opp sedimentprøver fra 12 stasjoner nær Ålesund (**Tabell 1**). To av stasjonene ligger i Steinvågen (TIL 9 og TIL 10), mens de øvrige ligger i Aspevågen. En oversikt over stasjonenes plassering ses i **Figur 1** og detaljkart i **Figur 2** og **Figur 3**. En beskrivelse av sedimentene er gitt i **Vedlegg A**.

Tabell 1. Posisjoner og dyp for stasjoner hvor det ble tatt sedimentprøver i Ålesundsområdet for miljøgiftanalyser 12. og 13. november 2007.

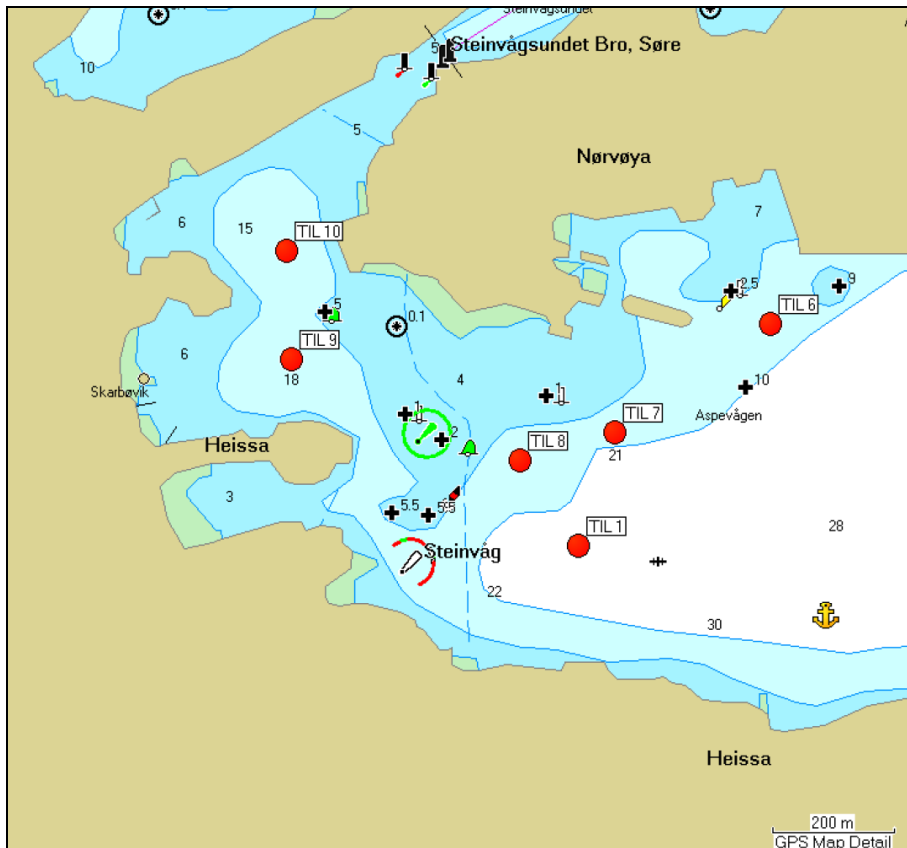
Stasjonsnr	Posisjon	Dyp (m)
TIL 1	N62 27.830 E6 07.699	18-19 m
TIL 2	N62 28.122 E6 09.361	33,3
TIL 3	N62 28.088 E6 09.532	36,7
TIL 4	N62 28.079 E6 09.739	45,0
TIL 5	N62 26.840 E6 15.122	Ingen prøve ¹⁾
TIL 6	N62 28.026 E6 08.067	14,4
TIL 7	N62 27.930 E6 07.769	14,8
TIL 8	N62 27.905 E6 07.587	14,0
TIL 9	N62 27.994 E6 07.148	17,0
TIL 10	N62 28.090 E6 07.139	18,7
TIL 11	N62 28.149 E6 09.426	29,0
TIL 12	N62 28.149 E6 09.717	31,5
TIL 13	N62 28.140 E6 09.991	35,6

¹⁾Se vedlegg A

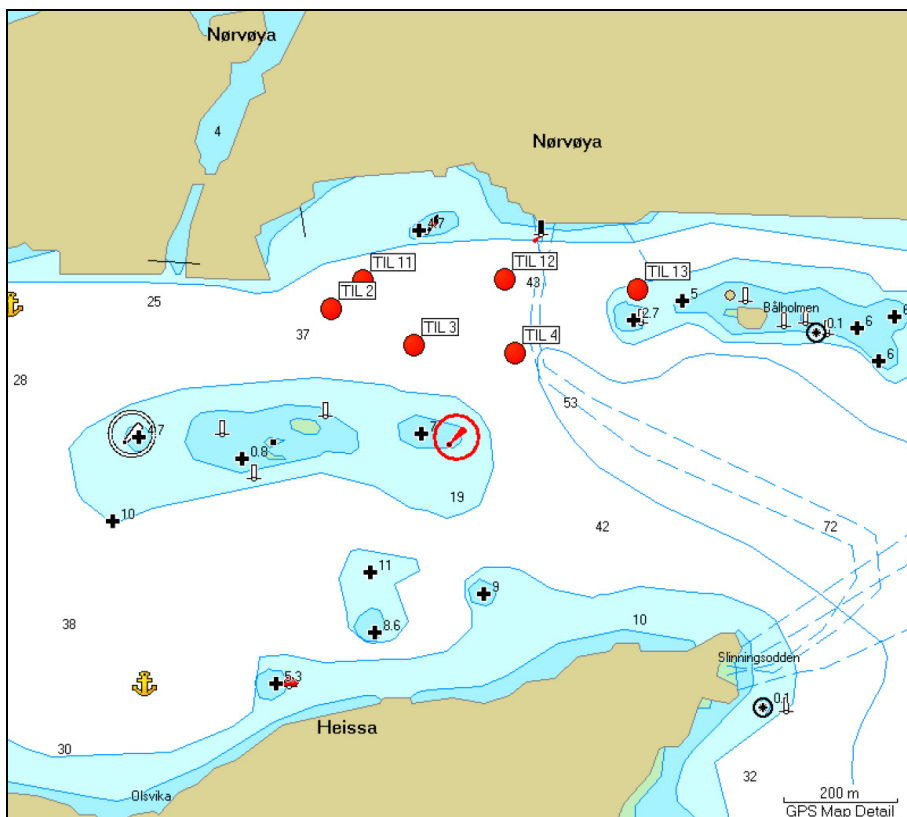
Ved innsamling av sedimenter ble det benyttet 2 typer redskap, en stor Van Veen grabb (se **Figur 4**) og en dobbel kjerneprøvetaker (Geminicorer, **Figur 5**). Geminicoreren ble brukt på stasjonene TIL 1 og TIL 4 der en skulle ha dypere kjerner og den store grabben på de resterende stasjonene (**Tabell 2**). Fra hver stasjon ble det tatt 3 parallelle prøver som ble slått sammen til en blandprøve. Fra grabben ble sedimentet til prøvene tatt ut med skje fra en luke i grabbens overside. Prøvene fra Geminicoreren ble snittet med en forenklet snittemekanisme (**Figur 6**) bestående av en rørbit med samme diameter som coreren og en plate i rustfritt stål. Overflatesedimentet (0-1 cm) ble analysert på alle stasjoner og på 2 stasjoner ble også dypereleggende sediment analysert (se **Tabell 2**).



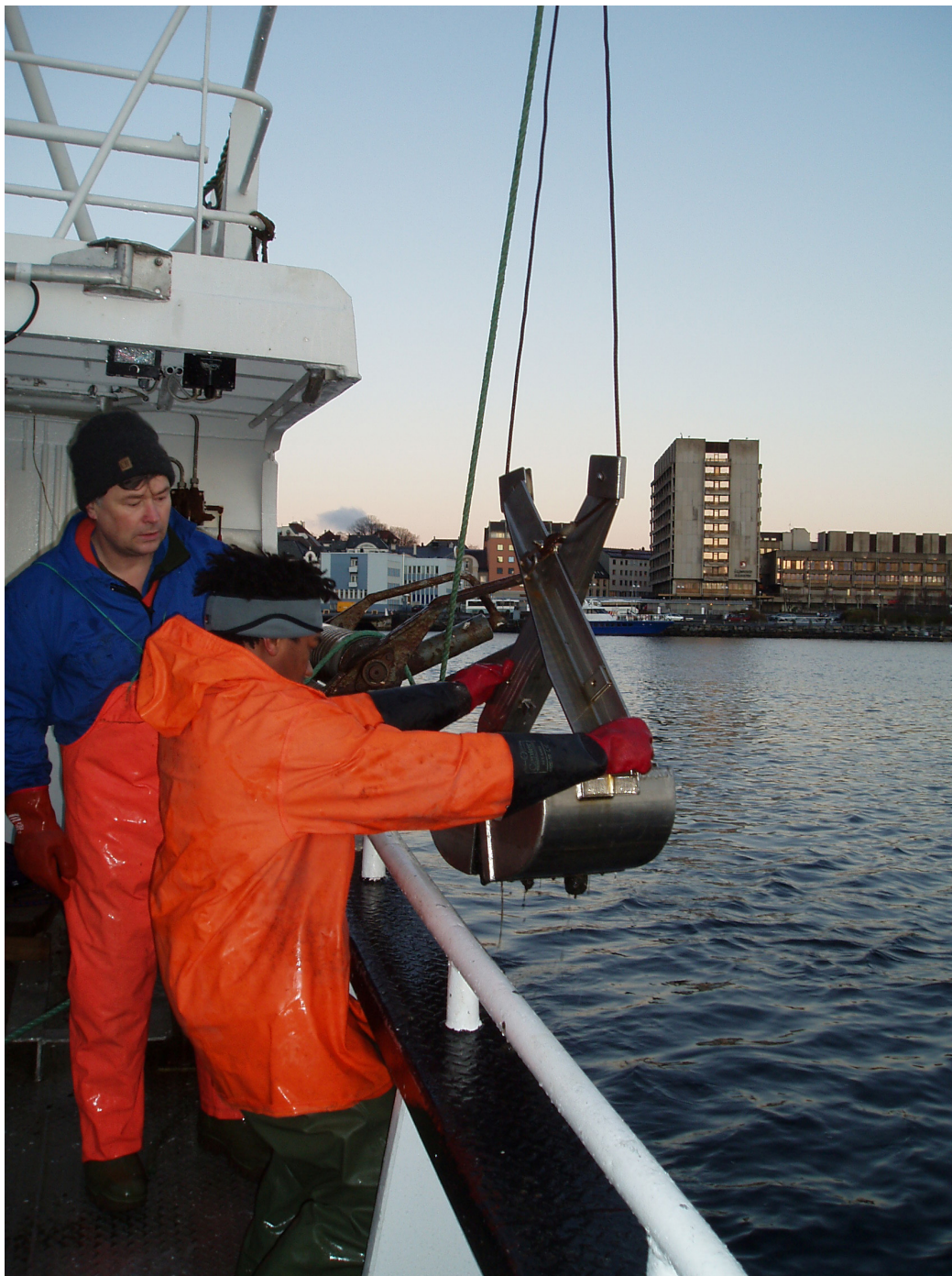
Figur 1. Kart som gir en oversikt over prøvetatte stasjoner 12. og 13. november 2007.



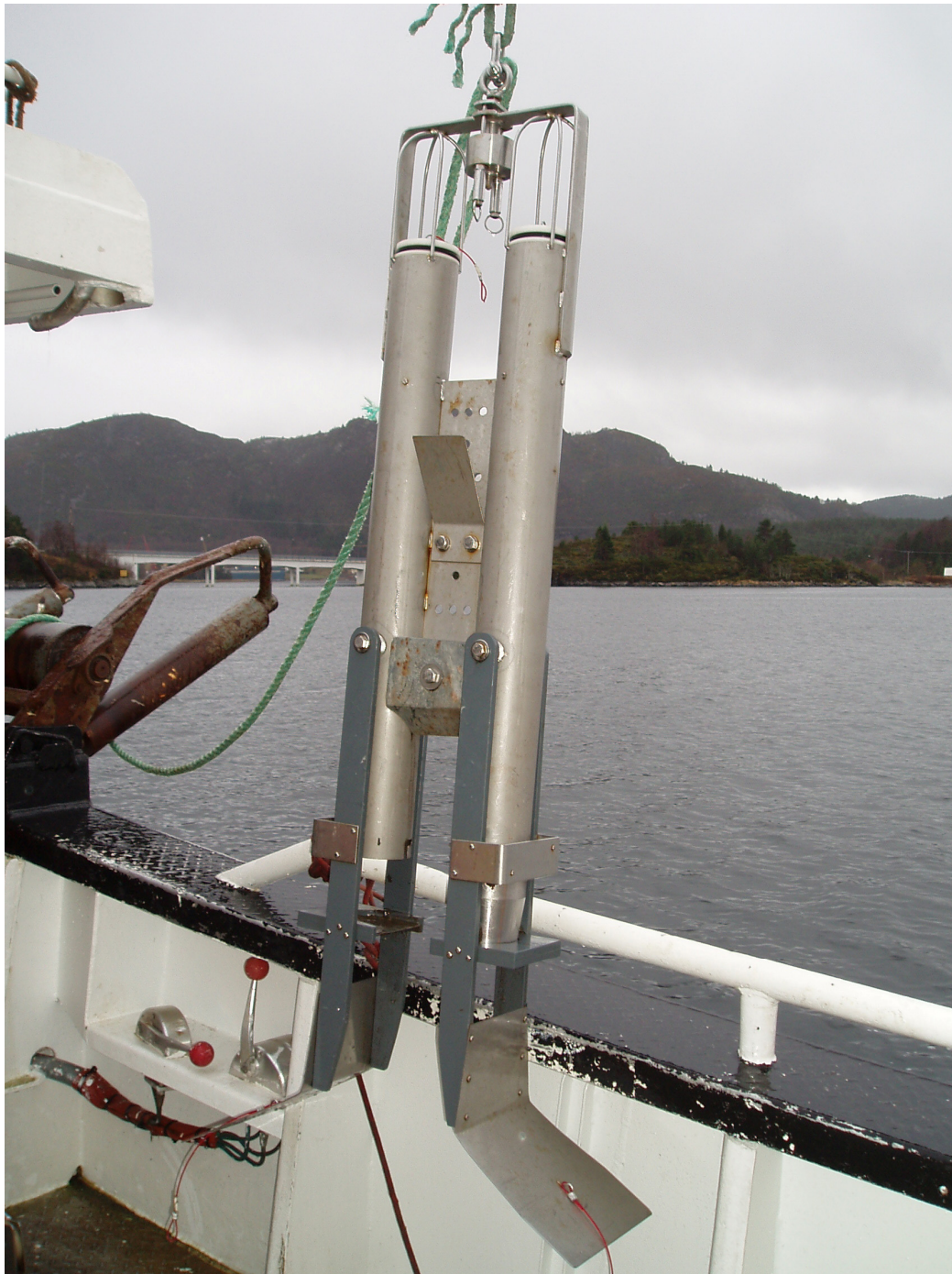
Figur 2. Detaljkart som viser stasjoner i den vestlige delen av undersøkelsesområdet.



Figur 3. Detaljkart som viser stasjoner i den østlige delen av undersøkelsesområdet.



Figur 4. Stor langarmet Van Veen grabb bringes om bord av Nils-Roar Hareide og Suel Hussein Kassembo. (Foto: John Arthur Berge)



Figur 5. Geminicorer (merk at rørene av plast som skal tres inn i de to rustfrie rørene på bildet ikke er med). (Foto: John Arthur Berge)

Tabell 2. Oversikt over redskap som ble benyttet og dybdesnitt (cm) i sedimentet som ble analysert.

Stasjon	Redskap	Dybdesnitt (cm)
TIL 1	Gemini corer	0-1, 1-5, 5-10, 10-15, 15-20
TIL 2	Stor Van Veen	0-1
TIL 3	Stor Van Veen	0-1
TIL 4	Gemini corer	0-1, 1-5, 5-10, 10-15
TIL 5	Stor Van Veen	Ingen prøve
TIL 6	Stor Van Veen	0-1
TIL 7	Stor Van Veen	0-1
TIL 8	Stor Van Veen	0-1
TIL 9	Stor Van Veen	0-1
TIL 10 (samme som PBDE 38)	Stor Van Veen	0-1
TIL 11	Stor Van Veen	0-1
TIL 12	Stor Van Veen	0-1
TIL 13	Stor Van Veen	0-1



Figur 6. John Arthur Berge foretar snitting av en sedimentkjerne fra Geminicorer. (Foto: Nils-Roar Hareide)

2.2 Kjemiske analyser

Alle prøvene ble analysert for polyklorerte bifenyler (PCB), polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), tinnorganiske forbindelser (deriblant tributyltinn (TBT)), metallene: kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), bly (Pb), sink (Zn), samt totalt organisk karbon (TOC) og tørrstoffinnhold (TTS%). Sedimentenes innhold av silt og leire (<63µm) ble også analysert.

Analyse av PCB ble foretatt på 7 forbindelser (kongenerer) og har følgende nr 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 18). Summen av konsentrasjonen av disse 7 forbindelsene er omtalt som Σ PCB₇.

16 PAH-forbindelser ble analysert. Disse var: naphthalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen, benzo(b+j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3cd)pyren, dibenz(ac+ah)antracen, benzo(ghi)perylene.

Summen av konsentrasjonen av disse 16 forbindelsene er omtalt som Σ PAH₁₆.

De kjemiske analysene ble utført ved NIVAs laboratorier i Oslo.

En oversikt over de anvendte analysemetoder ses i **Tabell 3**.

Tabell 3. Oversikt over anvendte analysemetoder.

ICP-AES=Induktivt koblet plasma - emisjonsspektrometri. GC/ECD= gasskromatograf med elektroninnfangingsdetektor. MSD=masseselektiv detektor.

GC-AED=gasskromatograf med atomemisjonsdetektor. GC/MSD=gasskromatograf med masseselektiv detektor. FID=flammeionisasjonsdetektor.

Prøvetyp e	Parameter	Analysemetode
Sediment	Tørrstoffinnhold	NIVA-metode B-3. Frysetøking og gravimetri
Sediment	Partikkelstørrelse (fraksjon <64µm)	Frysetøking, tørrsikting og gravimetri
Sediment	TOC	NIVA- metode nr G 6. Katalytisk forbrenning av organisk materiale og deteksjon av CO ₂ ved hjelp av en varmetrådsdetektor. Instrumentering: Carlo Erba Elementanalysator 1106, med prøveveksler AS 400 LS.

Tabell 3 (fortsettelse)

Sediment	PCB	NIVA- metode nr H 3-3. 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 GC/ECD. De klororganiske forbindelsene identifiseres ut fra de respektive retensjonstider på to kolonner med ulik polaritet. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standard.
Sediment	PAH	NIVA- metode nr H 2-3. Prøvene tilsettes indre standarder og PAH ekstraheres i Soxhlet med diklormetan. Ekstraktet gjennomgår så ulike renseprosesser for å fjerne forstyrrende stoffer. Til slutt analyseres ekstraktet med GC/FID eller GC/MSD. PAH identifiseres med FID ut fra retensjonstider og med MSD ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekylioner. Kvantifisering utføres ved hjelp av de tilsatte indre standarder.
Sediment	Metaller (Cr, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn,	NIVA- metode nr E 9-5. Metallanalysene ble foretatt med ICP-AES. Følgende instrumentering ble benyttet: Perkin-Elmer Optima 4300 DV, Perkin-Elmer Autosampler AS 93, Hewlett Packard LaserJet 100, Polyscience Chiller (kjøler).
Sediment	Kvikksølv	NIVA- metode nr E 4-3. Analyse foretas ved kalddampeteknikk. Kvikksølvet oppkonsentreres i et amalgameringsystem. Instrumentering: Carlo Erba Elementanalysator 1106, med prøveveksler AS 400 LS.
Sediment	Tinnorganiske forbindelser	NIVA- metode nr H 14-1. Prøvene tilsettes en indre standard og oppsluttes med alkoholisk lut. Etter pH-justering og direkte derivatisering ekstraheres de tinnorganiske forbindelsene med organiske løsningsmidler og prøvene renses ved hjelp av gel-permeasjonskromatografi og oppkonsentreres. Prøvene analyseres ved bruk av gasskromatografi og atomemisjonsdeteksjon, GC-AED. De ulike forbindelsene identifiseres ved hjelp av retensjonstidene som oppnås, og selve kvantifiseringen utføres med den indre standarden. Instrumentering: Hewlett Packard 5890 Series II gasskromatograf med HP 7673 autoinjektor og HP 5921 atomemisjons-detektor.

Analyseresultatene er i hovedsak klassifisert både i henhold til SFTs nye klassifiseringssystem (TA-2229/2007, se også vedlegg B) som er basert på i hvilken grad ulike konsentrasjoner er antatt å utløse toksiske effekter på sedimentlevende dyr og har 5 tilstandsklasser (**Tabell 4**). SFTs gamle klassifiseringssystem (TA-1467/1997) hadde også 5 tilstandsklasser, men disse hadde i hovedsak kun en statistisk forankring og var ikke relatert til giftighet.

Tabell 4. Tilstandsklasser benyttet i SFTs nye klassifiseringssystem (TA-2229/2007).

Tilstandsklasse	Tilstand/forurensningsgrad	Markering
I	Bakgrunn/Bakgrunnsnivå	
II	God/ ingen toksiske effekter	
III	Moderat/Kroniske effekter ved langtidseksposering	
IV	Dårlig/Toksiske effekter ved korttidseksposering	
V	Svært dårlig/Omfattende toksiske effekter ved korttidseksposering	

3. Resultater

På de fleste stasjonene var sedimentet relativt grovkornet og det var bare på stasjon TIL 1 at sedimentet inneholdt overveiende mest finstoff. Stasjoner med grovkornet sediment kan tyde på at området er strømrikt. Torrstoffinnholdet i overflatesedimentet var lavt på stasjon TIL 1 (19,8 %), mens det på de øvrige stasjoner lå i området 42,2-72,4. Sedimentet inneholdt relativt mye organisk karbon (**Tabell 5**) og med unntak av en ekstremverdi i 5-10 cm dyp i prøven fra TIL 4 var det en tendens til at innholdet av organisk karbon økte med økende andel finstoff (**Figur 7**). Dette er noe som ofte observeres i overflatesedimenter fordi organisk materiale ofte er knyttet til de minste partiklene.

På stasjon TIL 1 økte torrstoffinnholdet med sedimentdypet, mens andelen finstoff og TOC viste en reduksjon med sedimentdypet. Tilsvarende ble observert på TIL 4, med unntak av en topp i mengde organisk karbon i 5-10 cm dyp.

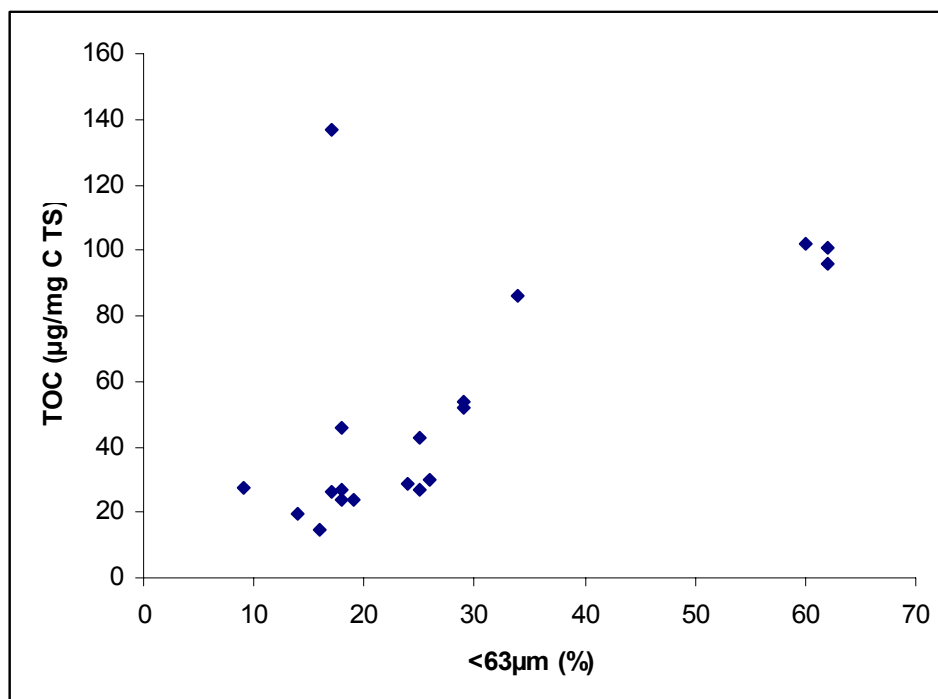
Det høye innholdet av organisk karbon i et sediment som i hovedsak er grovkornig kan tyde på en lokal eutrofiering.

Bunnfauna som ernærer seg av partikulært materiale i sedimentet vil søke å optimalisere inntak av partikler med høyt innhold av organisk materiale. Dette kan føre til en preferanse for inntak av den finere andelen av sedimentet hvor det ofte er mest organisk karbon. Siden miljøgiftene også ofte er knyttet til finfraksjonen i sedimentet vil organismer som får i seg mye organisk materiale også kunne få i seg en øket andel miljøgifter. Fordelingen av organisk karbon på de ulike sedimentfraksjoner kan derfor være av betydning for miljøgiftkonsentrasjonen i en organisme. Det er likevel miljøgiftkonsentrasjonen i porevannet som er mest avgjørende for biotilgjengeligheten. Porevannskonsentrasjonen styres av konsentrasjonen i sedimentet og likevekten mellom konsentrasjon i sediment og porevann.

Tabell 5. Tørrstoffinnhold, andel finstoff (dvs. andelen av sedimentet med en partikkelstørrelse mindre enn 63 µm) og innhold av total mengde organisk karbon (TOC) i bunnsedimenter fra stasjoner i Aspevågen/Steinvågen. Beregnede verdier for TOC normalisert er klassifisert etter SFTs miljøkvalitetskriterier (Molvær mfl. 1997)

Stasjon	Sedimentdyp	TTS/%	KORN<63µm	TOC	TOC ¹⁾ normalisert
	cm	%	% t.v.	µg/mg C TS	µg/mg
TIL 1	0-1	19,8	62	95,7	102,54
TIL 2	0-1	69,9	9	27,2	43,58
TIL 3	0-1	68	16	14,8	29,92
TIL 4	0-1	52,1	24	28,9	42,58
TIL 6	0-1	44,9	25	42,9	56,4
TIL 7	0-1	55,8	18	26,6	41,36
TIL 8	0-1	59,8	19	23,8	38,38
TIL 9	0-1	42,2	29	52,2	64,98
TIL 10	0-1	56,6	17	26,2	41,14
TIL 11	0-1	62,5	18	45,8	60,56
TIL 12	0-1	69,3	18	24	38,76
TIL 13	0-1	48,6	26	30,1	43,42
TIL 1	1-5	23,4	62	101	107,84
TIL 1	5-10	28,8	60	102	109,2
TIL 1	10-15	33,9	34	86	97,88
TIL 1	15-20	43,9	29	53,9	66,68
TIL 4	1-5	56,5	25	27,1	40,6
TIL 4	5-10	66,9	17	137	151,94
TIL 4	10-15	72,4	14	19,7	35,18

¹⁾TOC_{normalisert}=TOC_{målt}+18*(1-F) hvor F er andelen finstoff



Figur 7. Innhold av total mengde organisk karbon (TOC) i sediment fra stasjoner i Aspevågen/Steinvågen som funksjon av andelen av sedimentet med partikkelstørrelse mindre enn 63 µm.

3.1 Metaller

Konsentrasjonene av kadmium (Cd), krom (Cr), nikkel (Ni) og bly (Pb) i overflatesedimentet var i hovedsak lave (tilstandsklasse I-II) og toksiske effekter av disse metallene på sedimentlevende dyr er ikke sannsynlig (**Tabell 6**). For sink (Zn) kunne en i sedimentet fra en stasjon i indre del av Aspevågen (TIL 1) observere såpass høye konsentrasjoner i de øverste 0-15 cm av sedimentet at toksiske effekter på sedimentlevende dyr vil kunne forekomme ved langtidseksposering. De høyeste konsentrasjonene ble observert for kvikksølv (Hg), kobber (Cu) og bly (Pb) (**Tabell 6**). Særlig høy var konsentrasjonen av Hg og Cu på stasjon TIL 1 og TIL 6 og for Pb på stasjon TIL 11. På disse stasjonene var konsentrasjonene såpass høye at omfattende toksiske effekter på bunnfauna kan forventes selv ved korttidseksposering. På TIL 1 var konsentrasjonen av Cr, Cu, Pb og Zn generelt høyere i de øverste 10 cm av sedimentet enn lenger ned (**Tabell 6**). Tilsvarende ble også observert for Cr og Cu i sedimentet fra TIL 4.

Konsentrasjonen av Cu og Hg økte med andelen finstoff i sedimentet (**Figur 8**). Tilsvarende ble ikke observert for Pb og antyder en ulik kilde og/eller spredningsvei i forhold til Cu og Hg.

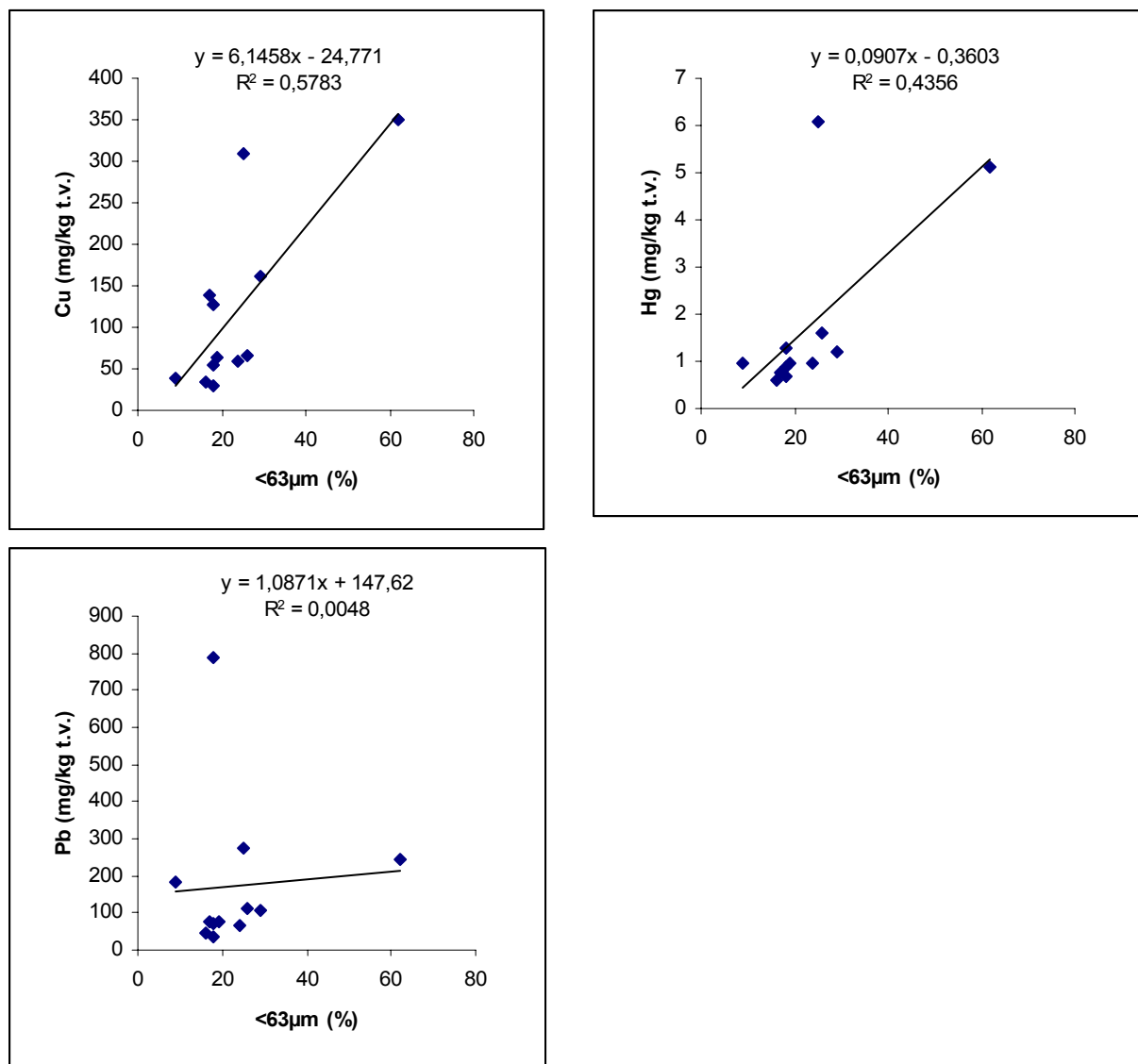
I hovedsak er de nivåene av metaller som er observert i denne undersøkelsen svært likt det som tidligere er observert i området (**Tabell 7**). Konsentrasjonen av bly fra TIL 11 var imidlertid betydelig høyere enn det som ble observert i forbindelse med ”Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Borgundfjorden - Fase 2” (se **Tabell 7**).

Tabell 6. Innhold av metaller i bunnsedimenter fra stasjoner i Aspevågen/Steinvågen. Observerte konsentrasjoner er klassifisert etter SFTs nye miljøkvalitetskriterier basert på effekter (TA-2229/2007). Resultatet for følgende metaller er vist: krom (Cr), kobber (Cu), nikkel (Ni), bly (Pb), sink (Zn), kadmium (Cd) og kvikksølv (Hg). For hver stasjon er også dårligste tilstandsklasse uavhengig av metall vist. Alle konsentrasjoner er oppgitt som mg/kg t.v.

Tilstandsklasse	Tilstand/forurensningsgrad	Markering ¹⁾
I	Bakgrunn/Bakgrunnsnivå	
II	God/ingen toksiske effekter	
III	Moderat/Kroniske effekter ved langtidseksposering	
IV	Dårlig/Toksiske effekter ved korttidseksposering	
V	Svært dårlig/Omfattende toksiske effekter ved korttidseksposering	

Stasjon	Sedimentdyp (cm)	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Samlet
TIL 1	0-1	0,86	91	349	5,14	33,5	243	365	V
TIL 2	0-1	<0,2	22,5	39,1	0,98	17,2	183	118	IV
TIL 3	0-1	<0,2	20,8	33,8	0,62	14	43,6	78,6	II
TIL 4	0-1	<0,2	24,7	58,4	0,95	16,5	65,3	87,9	IV
TIL 6	0-1	0,2	44,2	309	6,07	38,9	275	274	V
TIL 7	0-1	<0,2	38,2	128	1,29	27,9	70,1	111	IV
TIL 8	0-1	<0,2	24,5	62,7	0,97	14,1	75,3	87,6	IV
TIL 9	0-1	0,87	46,3	161	1,22	19,4	109	250	IV
TIL 10	0-1	0,5	32,1	139	0,76	19,9	77	184	IV
TIL 11	0-1	<0,2	21,4	54,6	0,87	17,8	788	97,8	V
TIL 12	0-1	<0,2	19,8	29,1	0,7	14,2	36,6	69,6	III
TIL 13	0-1	0,3	23,3	66	1,59	12,4	111	225	IV
TIL 1	1-5	0,88	89,7	338	3,98	34	245	403	V
TIL 1	5-10	1,3	82,7	301	4	33,6	250	436	V
TIL 1	10-15	1,5	56,6	197	4,11	32	215	356	V
TIL 1	15-20	0,89	31,3	90,9	2,58	17,7	120	190	V
TIL 4	1-5	<0,2	23,2	84,1	1,46	17,3	91,3	130	IV
TIL 4	5-10	<0,2	16,5	41,9	0,81	12,9	65,8	78,5	III
TIL 4	10-15	<0,2	14,5	22,3	0,59	12	41,7	51,9	II

¹⁾ Grenseverdier for de ulike tilstandsklasser ses i 6.1.1.2



Figur 8. Innhold av kobber (venstre, øverste), kvikksølv (høyre, nederst) og bly (nederst til venstre) i overflatesedimentet (0-1 cm) fra stasjoner i Aspevågen/Steinvågen som funksjon av andelen av sedimentet med partikkelstørrelse mindre enn 63 µm.

Tabell 7. Observert konsentrasjonsintervall (min-max) av metaller i denne undersøkelsen og i tilsvarende område (Aspevågen og Buholmstranda) undersøkt i forbindelse med tiltaksplan for forurensede sedimenter i Borgundfjorden - Fase 2 (Helland mfl. 2006). Konsentrasjoner er oppgitt i mg/kg t.v.

Undersøkelse	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Denne	<0,2- 1,5	14,5-91	22,3-349	0,59- 6,07	12-38,9	41,7-788	51,9-436
Tiltaksplan	0,08- 1,7	14-89	23-380	0,6-6,6	11-40	29-330	41-490

3.2 Tinnorganiske forbindelser

Det ble observert svært høye konsentrasjoner av TBT i alle sedimentprøver med unntak av dypereliggende sedimenter på TIL 4. En vurdering av de observerte konsentrasjonsnivåer opp mot effektbaserte kriterier (**Tabell 8**) tilsier at omfattende akutte toksiske effekter kan forventes på sedimentlevende dyr som lever i overflatesedimentet på alle stasjoner. Også ved bruk av forvaltningsmessige kriterier er TBT-nivåene i overflatesedimentet svært høye (**Tabell 8**).

Konsentrasjonen av TBT på TIL 1 og TIL 6 lå noe over det som tidligere er observert i Aspevågen og Buholmstranda (Helland mfl. 2006). Selv på TIL 1 og TIL 6 var likevel TBT-konsentrasjonene lavere enn de høyeste konsentrasjoner observert ved Fiskerstranda (Helland mfl. 2006).

Det var en svært dårlig sammenheng mellom TBT-konsentrasjonen i overflatesedimentet og andelen finstoff (**Figur 9**). Både på TIL 1 og TIL 4 avtok TBT-konsentrasjonen lenger ned i sedimentet (**Tabell 8**). På stasjon TIL 1 var det spesielt høye konsentrasjoner i de øverste 10 cm av sedimentet. Hovedkilden til TBT er antatt å være bruk som begroingshindrende middel på båter og skip. På ingen av stasjonene var konsentrasjonen av nedbrytningsproduktene DBT og MBT høyere enn den antatte morforbindelsen TBT (**Tabell 8**). Dette kan tyde på at nytilførselen av TBT kan være betydelig.

Noen av sedimentene inneholdt relativt mye trifenylytinn (TPhT) og dets nedbrytningsprodukter. Dette gjaldt spesielt de øverste 15 cm av sedimentet på TIL 1 og overflatesedimentet fra TIL 6, TIL 7 og TIL 9. Denne forbindelsen inngår imidlertid ikke i SFTs klassifiseringssystem. Det er også verdt å legge merke til at overflatesedimentet på TIL 1, TIL 6, TIL 7 inneholdt mer av MPhT enn den antatte utgangsforbindelsen TPhT (**Tabell 8**). Dette kan tyde på at nytilførselen av TPhT i dag er relativt liten.

Tabell 8. Konsentrasjonen av tinnorganiske forbindelser ($\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.) i sedimenter fra Aspevågen/Steinvågen. TBT=tributyltinn, DBT=dibutyltinn, MBT=monobutyltinn, TPhT=trifenyltinn, DPhT=difenyltinn, MPhT=monofenyltinn. Data fra de enkelte prøver er for TBT klassifisert i tilstandsklasser ifølge SFTs nye miljøkvalitetskriterier (TA-2229/2007). Merk klassifiseringen opererer med to sett med grenseverdier. Et som er effektbasert og et som er tenkt benyttet forvaltningsmessig.

Fargekoder og grenseverdier brukt i SFTs nye miljøkvalitetskriterier (se TA-2229/2007)

Tilstandsklasse	Tilstand/forurensningsgrad	Effektbasert grenseverdier	Forvaltningsmessig baserte grenseverdier
I	Bakgrunn/Bakgrunnsnivå	<1	<1
II	God/ ingen toksiske effekter	<0,002	1-5
III	Moderat/Kroniske effekter ved langtidseksponering	0,002-0,016	5-20
IV	Dårlig/Toksiske effekter ved korttidseksponering	0,016-0,032	20-100
V	Svært dårlig/Omfattende toksiske effekter ved korttidseksponering	>0,032	>100

Stasjon	Sedimentdyb (cm)	MBT\	DBT	TBT ¹⁾	TBT ²⁾	MPhT	DPhT	TPhT
TIL 1	0-1	360	1400	5100*	5100*	110	5,7	40
TIL 2	0-1	45	38	110	110	7,6	<1	3,1
TIL 3	0-1	38	28	150	150	6,6	<1	5,3
TIL 4	0-1	77	83	190	190	6,9	<1	6,3
TIL 6	0-1	640	2600*	9300*	9300*	150	9,1	95
TIL 7	0-1	230	290	1800	1800	56	5,6	40
TIL 8	0-1	93	270	740	740	21	<1	21
TIL 9	0-1	130	640	2900*	2900*	26	4,9	95
TIL 10	0-1	34	290	710	710	45	i	13
TIL 11	0-1	15	26	250	250	2,1	1,6	4,9
TIL 12	0-1	33	48	130	130	3,5	<1	3,1
TIL 13	0-1	10	25	110	110	<1	<1	7
TIL 1	1-5	240	1200	5500*	5500*	7,7	2,3	44
TIL 1	5-10	120	1100	4200*	4200*	4,6	12	98
TIL 1	10-15	12	360	1100	1100	<1	<1	20
TIL 1	15-20	6,7	40	160	160	<1	<1	4,8
TIL 4	1-5	24	75	150	150	<1	<1	1,1
TIL 4	5-10	<1	19	34	34	<1	<1	2,3
TIL 4	10-15	<1	<1	<2 ³⁾	<2 ⁴⁾	<1	<1	<1

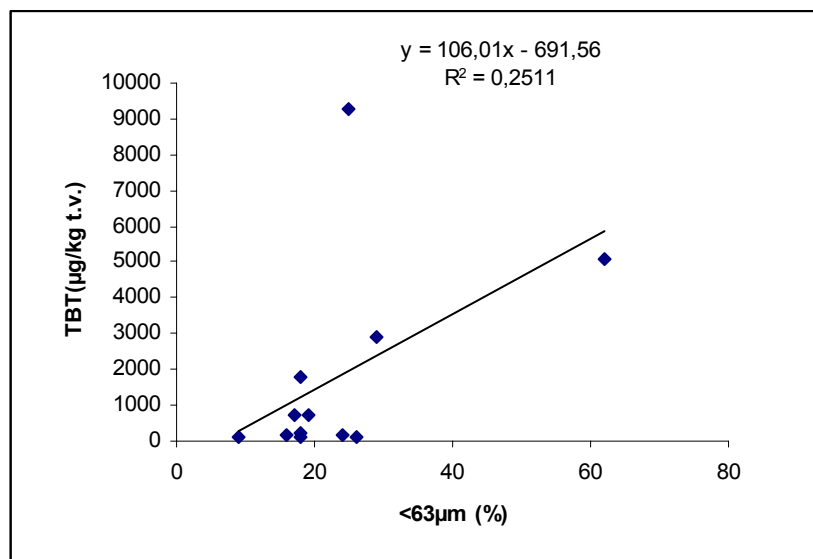
* Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

¹⁾Klassifisering foretatt etter forvaltningsmessige kriterier

²⁾Klassifisering foretatt etter effektbaserte kriterier (TA-2229/2007)

³⁾Klassifisering forutsetter at virkelig verdi er >1

⁴⁾Umulig å klassifisere



Figur 9. Innhold av TBT i overflatesedimentet (0-1 cm) fra stasjoner i Aspevågen/Steinvågen som funksjon av andelen av sedimentet med partikkelstørrelse mindre enn 63 µm.

Tabell 9. Observert konsentrasjonsintervall (min-max) av TBT i overflatesedimenter (0-1 cm) i denne undersøkelsen og i tilsvarende område (Aspevågen og Buholmstranda) undersøkt i forbindelse med "Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Borgundfjorden - Fase 2" (Helland mfl. 2006). Konsentrasjoner er oppgitt i µg/kg t.v.

Undersøkelse	TBT
Denne	110 (<2*)-9300
Tiltaksplan	47-3700

*Gjelder 10-15 cm ned i sedimentet på TIL 4

3.3 Polyklorerte bifenyler (PCB)

De observerte konsentrasjonene av Σ PCB₇ i Aspevågen/Steinvågen ses i **Tabell 10** (resultatet for enkeltkongenerer finnes i vedlegg C). Konsentrasjonsnivået i overflatesedimentene tilsier at forurensningstilstanden kan karakteriseres som moderat i hele området. Toksiske effekter for bunndyr som lever i overflatesedimentet kan imidlertid forventes ved langtidseksponering (**Tabell 10**). På stasjon TIL 1 gir trolig også de dypereliggende sedimentene (0-20 cm) toksiske effekter ved langtidseksponering, mens slike effekter ble sannsynliggjort kun i de øverste 5 cm på TIL 4

Det var ingen klar sammenheng mellom Σ PCB₇ og finfraksjonen i sedimentet eller innhold av organisk karbon (**Figur 10**).

De maksimale PCB-konsentrasjonene som er observert i denne undersøkelsen er omtrent en faktor 2 høyere enn det som tidligere er observert i området (**Tabell 14**).

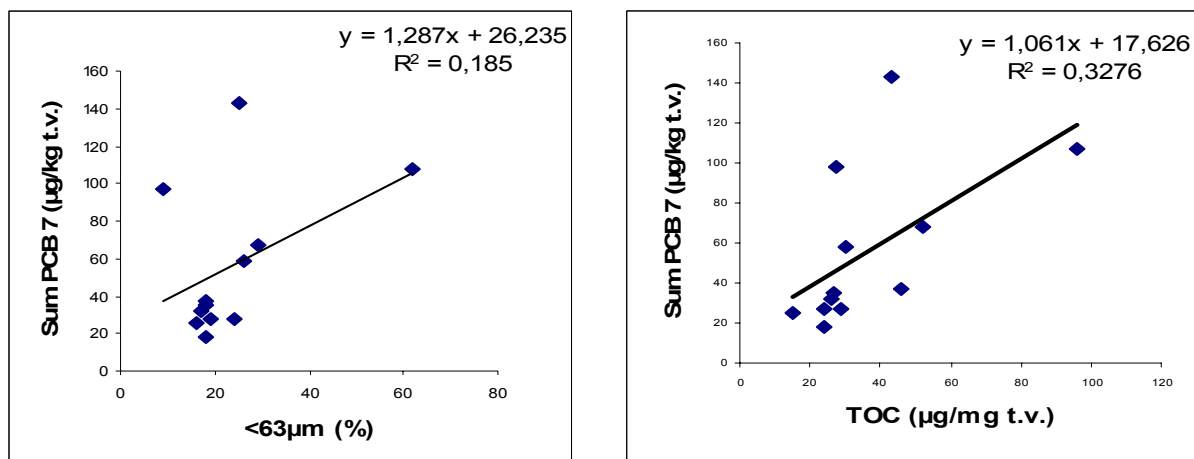
Tabell 10. Konsentrasjonen av polyklorerte bifenyler(PCB) ($\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.) i sedimenter fra Aspevågen/Steinvågen..

Fargekoder og grenseverdier brukt i SFTs nye miljøkvalitetskriterier basert på effekter (TA-2229/2007):

Tilstandsklasse	Tilstand/forurensningsgrad	Markering
I	Bakgrunn/Bakgrunnsnivå	<5
II	God/ ingen toksiske effekter	5-17
III	Moderat/Kroniske effekter ved langtidseksposering	17-190
IV	Dårlig/Toksiske effekter ved korttidseksposering	190-1900
V	Svært dårlig/Omfattende toksiske effekter ved korttidseksposering	>1900

Stasjon	Sedimentdyp (cm)	Klassifisering etter TA-2229/2007
		ΣPCB_7
TIL 1	0-1	107.3
TIL 2	0-1	97.52
TIL 3	0-1	25.4
TIL 4	0-1	27.27
TIL 6	0-1	142.7
TIL 7	0-1	35.3*
TIL 8	0-1	27.3*
TIL 9	0-1	67.7
TIL 10	0-1	32.4
TIL 11	0-1	37
TIL 12	0-1	18.17
TIL 13	0-1	58.4
TIL 1	1-5	138
TIL 1	5-10	119.4
TIL 1	10-15	105.1*
TIL 1	15-20	29.9*
TIL 4	1-5	42.7
TIL 4	5-10	<7.84
TIL 4	10-15	<4.1

* Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.



Figur 10. Innhold av Σ PCB₇ i overflatesedimenter (0-1 cm) fra Aspevågen/Steinvågen som funksjon av andelen av sedimentet med en partikkelstørrelse mindre enn 63 µm (venstre) og total mengde organisk carbon (TOC) (til høyre). Trendlinje (lineær) er vist.

Tabell 11. Observert konsentrasjonsintervall (min-max) av PCB i denne undersøkelsen og i tilsvarende område (Aspevågen og Buholmstranda) undersøkt i forbindelse med tiltaksplan for forurensede sedimenter i Borgundfjorden - Fase 2 (Helland mfl. 2006). Konsentrasjoner er oppgitt i µg/kg t.v.

Undersøkelse	Σ PCB ₇
Denne	18,2(<4,1*)-138
Tiltaksplan	1-76

*Gjelder 10-15 cm ned i sedimentet på TIL 4

3.4 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

De observerte konsentrasjonene av Σ PAH16 i Aspevågen/Steinvågen ses i **Tabell 12** og konsentrasjonen av enkeltkomponenter i **Tabell 13**. I overflatesedimentene ble det observert høye Σ PAH16 konsentrasjoner (tilsvarende klasse IV-V) på alle stasjoner og spesielt på stasjonene TIL 1, TIL 6 og TIL 13. Resultatene fra stasjonen TIL 1 hvor dypere liggende sediment også ble analysert viser en liten konsentrasjonsreduksjon i de dypere deler av sedimentet (10-20 cm), men hovedinntrykket er likevel at hele den analyserte kjernen fra TIL 1 (dvs. minst de øverste 20 cm) er strekt PAH-kontaminert. Totalt sett ble de laveste konsentrasjonene observert i den dypere delen (5-15 cm) av sedimentet fra TIL 4.

Innholdet av Σ PAH16 var ikke korrelert med mengden organisk karbon eller finfraksjonen i sedimentet.

SFTs nye klassifiseringssystem for PAH omfatter 16 enkeltforbindelser, hvorav kun benzo(a)pyren var med i den tidligere utgaven. I **Tabell 13** vises resultatet av klassifiseringen basert på enkeltforbindelser. Klassifiseringen tyder på at det er kun naftalen og fenantren som hver for seg ikke utgjør noe akutt toksisk problem på noen av stasjonene (**Tabell 13**). De øvrige forbindelsene som kunne klassifiseres (acenaftalen, acenaften, fluoren, antracen, fluoranten, pyren, benzo(a)antracen, chrysen, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3cd)pyren, benzo(ghi)perylene) vil imidlertid hver for seg kunne gi toksiske effekter på en eller flere stasjoner, selv ved korttidseksposering (**Tabell 13**). I samtlige prøver ble antracen, benzo(a)antracen, chrysen, indeno(1,2,3cd)pyren og benzo(ghi)perylene observert i konsentrasjoner som hver for seg tilsier å kunne gi toksiske effekter ved korttidseksposering.

Det var ingen klar sammenheng mellom PAH-innholdet og finfraksjonen eller innhold av organisk karbon i sedimentet (**Figur 11**).

I hovedsak er maksimalnivåene av PAH som er observert i denne undersøkelsen like det som tidligere er observert i området (**Tabell 14**), mens minimumsverdiene er noe høyere (**Tabell 14**).

Selv om det er noen forskjeller i konsentrasjon mellom de undersøkte stasjoner og de ulike analyserte enkeltkomponenter så er totalbildet at hele området som dekkes av denne undersøkelsen er meget sterkt PAH-kontaminert.

Tabell 12. Konsentrasjonen av polysykliske aromatiske hydrokarboner (Σ PAH) ($\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.) i sedimenter fra stasjoner i Aspevågen/Steinvågen. Data fra de enkelte prøver er klassifisert i tilstandsklasser ifølge SFTs klassifiseringssystem (TA-2229/2007). Merk at grenseverdiene er de samme som i SFTs tidligere klassifiseringssystem (TA-1467/1997) som ikke er effektbasert.

Fargekoder og grenseverdier:

Tilstandsklasse	Tilstand/forurensningsgrad	Markering Σ PAH16
I	Bakgrunn/Bakgrunnsnivå	<300
II	God	300-2000
III	Moderat	2000-6000
IV	Dårlig	6000-20000
V	Svært dårlig	>20000

Stasjon	Sedimentdyp (cm)	Σ PAH16 ¹
TIL 1	0-1	22031
TIL 2	0-1	8584
TIL 3	0-1	7033
TIL 4	0-1	13418
TIL 6	0-1	33774
TIL 7	0-1	11801
TIL 8	0-1	7173
TIL 9	0-1	15076
TIL 10	0-1	8855
TIL 11	0-1	17919
TIL 12	0-1	9976
TIL 13	0-1	84810
TIL 1	1-5	24117
TIL 1	5-10	25096
TIL 1	10-15	19951
TIL 1	15-20	10847
TIL 4	1-5	15645
TIL 4	5-10	5563
TIL 4	10-15	4232

¹ Σ PAH16er beregnet som summen av følgende komponenter: naphthalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen, benzo(b+j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3cd)pyren, dibenz(ac+ah)antracen, benzo(ghi)perylene.

Tabell 13. Konsentrasjonen av utvalgte enkeltkomponenter av polysykliske aromatiske hydrokarboner ($\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.) i sedimenter fra stasjoner i Aspevågen/Steinvågen. Data fra de enkelte prøver er klassifisert i tilstandsklasser etter SFTs nye miljøkvalitetskriterier basert på effekter (TA-2229/2007).

Fargekoder og grenseverdier brukt i SFTs nye miljøkvalitetskriterier basert på effekter (TA-2229/2007, se vedlegg B):

Tilstandsklasse	Tilstand/forurensningsgrad	Markering ¹⁾
I	Bakgrunn/Bakgrunnsnivå	
II	God/ ingen toksiske effekter	
III	Moderat/Kroniske effekter ved langtidseksposering	
IV	Dårlig/Toksiske effekter ved korttidseksposering	
V	Svært dårlig/Omfattende toksiske effekter ved korttidseksposering	

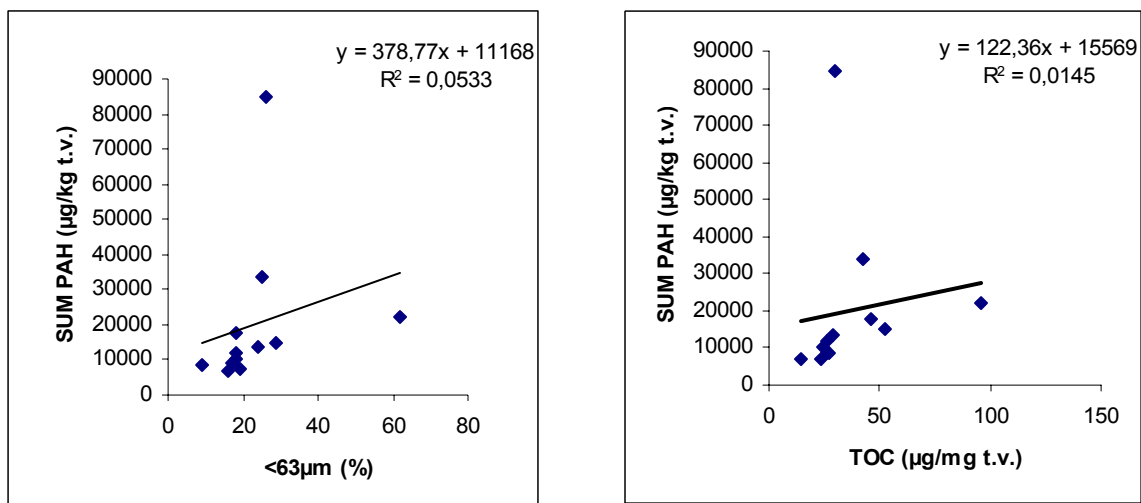
Stasjon	Sediment dyp (cm)	Naphtalen	Acenaftylen	Acenaften	Fluoren	Fenantren	Antracen	Fluoranten
TIL 1	0-1	210	81	130	140	100	1300	350
TIL 2	0-1	120	27	65	92	49	660	230
TIL 3	0-1	100	36	63	74	43	620	200
TIL 4	0-1	200	52	56	100	66	970	500
TIL 6	0-1	420	54	390	390	210	2800	690
TIL 7	0-1	83	28	130	120	70	980	250
TIL 8	0-1	59	20	44	50	36	520	120
TIL 9	0-1	110	36	130	120	89	1200	340
TIL 10	0-1	65	26	55	59	46	650	170
TIL 11	0-1	200	49	130	210	130	1600	450
TIL 12	0-1	120	28	72	86	53	730	290
TIL 13	0-1	700	550	610	1200	890	11000	2100
TIL 1	1-5	220	77	150	150	110	1400	370
TIL 1	5-10	220	76	150	160	110	1500	430
TIL 1	10-15	210	61	110	140	91	1300	370
TIL 1	15-20	110	30	42	65	47	610	190
TIL 4	1-5	280	77	78	130	80	1100	410
TIL 4	5-10	88	28	29	39	24	300	120
TIL 4	10-15	55	27	14	27	18	270	110

Tabell 13 (fortsettelse)

Stasjon	Sedimentdyp (cm)	Pyren	Benzo(a)antracen	Chrysen	Benzo(b+j)Fluoranten ¹⁾	Benzo(k)fluoranten
TIL 1	0-1	3200	1600	1900	2800	1100
TIL 2	0-1	1300	660	730	1000	390
TIL 3	0-1	1100	530	590	770	310
TIL 4	0-1	2300	1000	1100	1500	570
TIL 6	0-1	5000	2600	3000	4100	1700
TIL 7	0-1	1800	920	1100	1400	580
TIL 8	0-1	1100	510	610	910	340
TIL 9	0-1	2400	1100	1300	1800	700
TIL 10	0-1	1400	670	760	1100	420
TIL 11	0-1	2800	1400	1600	2000	820
TIL 12	0-1	1700	780	850	1100	470
TIL 13	0-1	16000	5300	6800	8500	3400
TIL 1	1-5	3500	1700	2000	3100	1200
TIL 1	5-10	3600	1700	2100	3300	1300
TIL 1	10-15	2800	1300	1600	2600	1000
TIL 1	15-20	1500	670	710	1500	560
TIL 4	1-5	2300	1100	1300	1800	720
TIL 4	5-10	710	360	360	750	280
TIL 4	10-15	580	270	300	550	210

Stasjon	Sedimentdyp (cm)	Benzo(a)pyren	Indeno(1,2,3cd)pyren	Dibenz(ac+ah)antracen ¹⁾	benzo(ghi)perylene
TIL 1	0-1	2200	1900	420	1900
TIL 2	0-1	770	600	130	610
TIL 3	0-1	610	470	100	470
TIL 4	0-1	1200	890	190	890
TIL 6	0-1	3100	2400	630	2400
TIL 7	0-1	1100	810	200	800
TIL 8	0-1	660	560	130	570
TIL 9	0-1	1400	1100	240	1100
TIL 10	0-1	810	600	140	630
TIL 11	0-1	1600	1200	260	1200
TIL 12	0-1	920	640	140	650
TIL 13	0-1	6700	4600	950	4400
TIL 1	1-5	2400	2100	450	2200
TIL 1	5-10	2500	2100	460	2200
TIL 1	10-15	2000	1700	360	1700
TIL 1	15-20	1100	960	200	1000
TIL 4	1-5	1500	1200	250	1200
TIL 4	5-10	550	500	99	540
TIL 4	10-15	420	350	69	350

- 1) Ikke med i klassifiseringssystem
- 2) Grenseverdier for de ulike tilstandsklasser ses i 6.1.1.2



Figur 11. Innhold av Σ PAH16 i overflatesedimenter (0-1 cm) fra Aspevågen/Steinvågen som funksjon av andelen av sedimentet med en partikkelstørrelse mindre enn 63 μm (venstre) og total mengde organisk carbon (TOC) (til høyre). Trendlinje (lineær) er vist.

Tabell 14. Observert konsentrasjonsintervall (min-max) av Sum PAH og benzo(a)pyren i overflatesedimenter (0-1 cm) i denne undersøkelsen og i tilsvarende område (Aspevågen og Buholmstranda) undersøkt i forbindelse med "Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Borgundfjorden - Fase 2" (Helland mfl. 2006). Konsentrasjoner er oppgitt i $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.

Undersøkelse	Sum PAH	Benzo(a)pyren
Denne	7033 (4232*)-84810	660 (420*)-6700
Tiltaksplan	2900-84000	260-7100

*Gjelder 10-15 cm ned i sedimentet på TIL 4

4. Sammenfatning og konklusjoner

På de fleste stasjonene var sedimentet relativt grovkornet, men inneholdt likevel mye organisk karbon. Dette kan tyde på en lokal eutrofiering.

En samlet vurdering av innholdet av miljøgifter i sedimentene, der en vektlegger klassifiseringen av enkeltmetaller, TBT, Σ PCB₇ og Σ PAH₁₆ likt, gir at de mest forurensede stasjonene er TIL 1 (øst for Steinvågen) og TIL 6 (øst for foreslått tiltaksområde i Aspholet) tett fulgt av TIL 9, TIL 2, TIL 7, TIL 8 og TIL 11 (**Tabell 15**).

De østligste stasjonene (TIL 3, TIL 4, TIL 12 og TIL 13) var minst forurenset. Alle stasjoner falt imidlertid for minst en parameter i tilstandsklasse 5. Dette betyr at omfattende toksiske effekter kan forventes i sedimentlevende bunndyr på alle stasjoner og at miljøforholdene i sedimentet i Aspevågen og Steinvågen dermed som helhet er svært dårlige. Ut fra klassifiseringen er det TBT som utgjør den største miljøtrusselen fulgt av metaller, PAH og i noe mindre grad PCB.

Det er imidlertid miljøgiftkonsentrasjonen i porevannet som er mest avgjørende for biotilgjengeligheten og dermed giftigheten av en miljøgift som befinner seg i sedimentet. Forholdet mellom konsentrasjonen i sedimentet og porevannet (k_d) er i betydelig grad stedsspesifikk og vil være forskjellig for de ulike miljøgifter og avhengig av hvor hardt og hvordan de ulike miljøgifter er bundet til partiklene i sedimentet. Selv om et sediment inneholder mye av en miljøgift behøver nødvendigvis ikke konsentrasjonsnivået å gjenspeile giftigheten av det aktuelle sedimentet fullt ut. For å belyse nærmere hvilke risiko som knytter seg til de forurensede sedimentene må en foreta mer stedsspesifikke undersøkelser/tester slik som det legges opp til i trinn 3 i SFTs veileder for risikovurdering av forurensede sedimenter (TA-2230/2007).

Observerte maksimalkonsentrasjoner av metaller og PAH er svært likt det som er observert i samme område i tidligere (Helland mfl. 2006). Unntak er imidlertid bly på TIL 11 (øst for Brosundet) som er betydelig høyere enn maksimalkonsentrasjonen i tiltaksplanen (Helland et al. 2006). Konsentrasjonen av TBT og PAH på stasjonene TIL 1 og TIL 6 er også noe høyere enn de maksimalkonsentrasjoner som tidligere er observert.

Sedimentprøvene er tatt i et havneområde i nær tilknytning til Ålesund og all den aktiviteten som følger med et slikt urbant område. Det er derfor ikke spesielt oppsiktsvekkende at det observeres høye miljøgiftkonsentrasjoner i sedimentene. Kilden til disse miljøgiftene er trolig mange og til dels forskjellige for de ulike miljøgifter. For de tinnorganiske forbindelsene er kilden trolig knyttet til tidligere bruken av TBT som begroingshindrende middel på båter. For de øvrige forbindelsene er ordinær havneaktivitet, nærhet til byområdet og muligens industriaktivitet trolig av betydning.

Det ble i hovedsak målt høyere konsentrasjoner i den øverste delen av sedimentet (0-10 cm) i forhold til den nederste delen (10-15/20 cm). Det er heller ikke noen klare tegn på at overflatesedimentet (0-5 cm) har noen lavere konsentrasjon enn sedimentet umiddelbart under (5-10 cm). Dette indikerer at den samlede effekten av utlekking fra overflatesedimentene og overdekking fra sedimenterende materiale foreløpig ikke har gitt noen begynnende ”naturlig restitusjon”. Uten kildekontroll og gjennomføring av tiltak knyttet til de forurensede sedimentene vil vi tro at bunnområdene vil forbli sterkt forurenset i lang tid.

Tabell 15. En stasjonsvis oversikt over antall ganger overflatesedimentet er klassifisert i de ulike tilstandsklassene i henhold til SFTs klassifisering (TA-2229/2007). Oversikten dekker klassifiseringen av 7 metaller, TBT (forvaltningsmessig), ΣPCB_7 og ΣPAH_{16} slik at det totale antall klassifiseringer er 10.

Tilstandsklasse/ Stasjon	V	IV	III	II	I
TIL 1	4	1	2	3	0
TIL 2	1	3	1	1	4
TIL 3	1	1	1	2	5
TIL 4	1	2	1	2	4
TIL 6	4	1	1	2	2
TIL 7	1	3	1	1	4
TIL 8	1	3	1	1	4
TIL 9	1	4	1	2	2
TIL 10	1	2	2	3	2
TIL 11	2	2	2	0	4
TIL 12	1	1	2	1	5
TIL 13	2	3	1	2	2

5. Referanser

Fagerhaug, A., 2003. Tiltaksplan for Borgundfjorden Ålesund og Sula, Møre og Romsdal. Fase 1: Gjennomgang, oversikt og nærmere prioriteringer. 52 s.

Helland A. og Fagerhaug, A., 2006. Borgundfjorden og Aspevågen Tiltaksplan fase 2. Delrapport – felt og analysedata. Multiconsult rapport nr. 411359-1. 17 s.

Helland, A., Nilsson, H.C. og Fagerhaug, A., 2006. Tiltaksplan for forurensende sedimenter i Borgundfjorden - Fase 2. Aspevågen, Buholmstranda og Fiskerstrand. NIVA rapport nr 5142, 31s

Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-veiledning 97:03. TA-nr 1467/1997, 36s.

SFT, 2005. Veileder for risikovurdering av forurenset sediment, TA-2085/2005.

SFT, 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sediment, TA-2229/2007.

6. Vedlegg

6.1.1.1 Sedimentbeskrivelse

Stasjons nr	Sedimentbeskrivelse
TIL 1	0-15 cm:Sort bløt leire, 15-20 cm:Sort bløt leire med skjellrester. Lukt?
TIL 2	Sand, grus og steiner, ingen lukt
TIL 3	Fin sand, noe småstein (1- 5 cm store), Grønnskjær på sedimentet, Ingen lukt
TIL 4	Ingen lukt, 0-1cm:Sediment med grønnskjær, 1-15 cm: Gråsort.
TIL 5	Ingen prøve, Arne Fagerli mente denne stasjonen kunn droppes dessuten var den mest egnede grabben ikke tilgjengelig (fast på bunnen)
TIL 6	3 bomskudd, Sand/stein (notert 5 timer etter), Grønnskjær på overflaen, ingen lukt
TIL 7	Fin sand/ litt leire, overflate med grønnskjær, resten sort/gråsort, ingen lukt
TIL 8	Fin sand/ litt leire, overflate med grønnskjær, resten gråsort, ingen lukt
TIL 9	Fin sand/leire, Overflate med grønnskjær, resten sort, ingen lukt
TIL 10	Fin sand, Overflate med grønnskjær, resten sort/gråsort, ingen lukt
TIL 11	Sand, grus og steiner, ingen lukt
TIL 12	Sand, mindre stein (1-5 cm)
TIL 13	Sand med skjellrester, Grønnskjær på overfaldesedimentet (0-1 cm), Ingen lukt. 2 bomskudd

6.1.1.2 SFTs klassifiseringssystem

Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller og organiske stoffer i sedimenter (kilde: SFT TA-2229/2007)

		I	II	III	IV	V
		Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Metaller	Arsen (mg As/kg)	<20	20 - 52	52 - 76	76 - 580	>580
	Bly (mg Pb/kg)	<30	30 - 83	83 - 100	100 - 720	>720
	Kadmium (mg Cd/kg)	<0,25	0,25 - 2,6	2,6 - 15	15 - 140	>140
	Kobber (mg Cu/kg)	<35	35 - 51	51 - 55	55 - 220	>220
	Krom (mg Cr/kg)	<70	70 - 560	560 - 5900	5900 - 59000	>59000
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,15	0,15 - 0,63	0,63 - 0,86	0,86 - 1,6	>1,6
	Nikkel (mg Ni/kg)	<30	30 - 46	46 - 120	120 - 840	>840
	Sink (mg Zn/kg)	<150	150 - 360	360 - 590	590 - 4500	>4500
PAH	Naftalen (µg/kg)	<2	2- 290	290 - 1000	1000 - 2000	>2000
	Acenaftalen (µg/kg)	<1,6	1,6 - 33	33 - 85	85 - 850	>850
	Acenaften (µg/kg)	<4,8	2,4 - 160	160 - 360	360 - 3600	>3600
	Fluoren (µg/kg)	<6,8	6,8 - 260	260 - 510	510 - 5100	>5100
	Fenantren (µg/kg)	<6,8	6,8 - 500	500 - 1200	1200 - 2300	>2300
	Antracen (µg/kg)	<1,2	1,2 - 31	31 - 100	100 - 1000	>1000
	Fluoranthen (µg/kg)	<8	8 - 170	170 - 1300	1300 - 2600	>2600
	Pyren (µg/kg)	<5,2	5,2 - 280	280 - 2800	2800 - 5600	>5600
	Benzo[a]antracen (µg/kg)	<3,6	3,6 - 60	60 - 90	90 - 900	>900
	Chrysen (µg/kg)	<4,4	4,4 - 280	280 - 280	280 - 560	>560
	Benzo[b]fluoranten (µg/kg)	<46	46 - 240	240 - 490	490 - 4900	>4900
	Benzo[k]fluoranten (µg/kg)		<210	210 - 480	480 - 4800	>4800
	Benzo(a)pyren (µg/kg)	<6	6 - 420	420 - 830	830 - 4200	>4200
	Indeno[123cd]pyren (µg/kg)	<20	20 - 47	47 - 70	70 - 700	>700
	Dibenzo[ah]antracen (µg/kg)	<12	12 - 590	590 - 1200	1200 - 12000	>12000
	Benzo[ghi]perylene (µg/kg)	<18	18 - 21	21 - 31	31 - 310	>310
PAH16 ¹⁾ (µg/kg)	<300	300 - 2000	2000 - 6000	6000 - 20000	> 20000	
Andre organiske	PCB7 2) (µg/kg)	<5	5-17	17 - 190	190 - 1900	>1900
	PCDD/F 3) (TEQ) (µg/kg)	<0,01	0,01 - 0,03	0,03 - 0,10	0,10 - 0,50	>0,50
	ΣDDT 4) (µg/kg)	<0,5	0,5 - 20	20 - 490	490 - 4900	>4900
	Lindan (µg/kg)		<1,1	1,1 - 2,2	2,2 - 11	>11
	Heksaklorbenzen (HCB) (µg/kg)	0,5	0,5 - 17	17 - 61	61 - 610	>610
	Pentaklorbenzen (µg/kg)		<400	400 - 800	800 - 4000	>4000
	Triklorbenzen (µg/kg)		<56	56 - 700	700 - 1400	>1400
	Hexaklorbutadien (µg/kg)		<49	49 - 66	66 - 660	>660
	SCCP 6) (µg/kg)		<1000	1000 - 2800	2800 - 5600	>5600
	MCCP 7) (µg/kg)		<4600	4600 - 27000	27000 - 54000	>54000

Vedlegg B (fortsettelse)

	Pentaklorfenol (µg/kg)		<12	12 - 34	34 - 68	>68
	Oktylfenol (µg/kg)		<3,3	3,3 - 7,3	7,3 - 36	>36
	Nonylfenol (µg/kg)		<18	18 - 110	110 - 220	>220
	Bisfenol A (µg/kg)		<11	11 - 79	79 - 790	>790
	TBBPA 8) (µg/kg)		<63	63 - 1100	1100 - 11000	>11000
	PBDE 9) (µg/kg)		<62	62 - 7800	7800 - 16000	>16000
	HBCDD 10) (µg/kg)	<0,3	0,3 - 86	86 - 310	310 - 610	>610
	PFOS 11) (µg/kg)	<0,17	0,17 - 220	220 - 630	630 - 3100	>3100
	Diuron (µg/kg)		<0,71	0,71 - 6,4	6,4 - 13	>13
	Irgarol (µg/kg)		<0,08	0,08 - 0,50	0,5 - 2,5	>2,5
TBT	TBT ¹²⁾ (µg/kg) - effektbasert	<1	<0,002	0,002-0,016	0,016-0,032	>0,032
	TBT ¹²⁾ (µg/kg) - forvaltningsmessig	<1	1-5	5 - 20	20 - 100	>100

1) PAH: Polysykliske aromatiske hydrokarboner

2) PCB: Polyklorerte bifenyler

3) PCDD/F: Polyklorerte dibenzodioxiner/furaner

4) DDT: Diklordifenyltrikloretan. ΣDDT betegner sum av DDT og nedbrytningsproduktene DDE og DDD

5) HCB: Heksaklorbenzen

6) SCCP: Kortkjedede (C10-13) polyklorerte paraffiner

7) MCCP: middelkjedede (C14-17) polyklorerte paraffiner

8) TBBPA: Tetrabrombisfenol A

9) PBDE: Pentabromdifenyleter

10) HBCDD: Heksabromsyklododekan

11) PFOS: Perfluorert oktylsulfonat

12) TBT: Tributyltinn

6.1.1.3 Rådata

Side nr.36/47

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2008-617

O.nr. O 28196 TIL

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av saksbehandler, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	TIL 1 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
2	TIL 2 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
3	TIL 3 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
4	TIL 4 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
5	TIL 6 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
6	TIL 7 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
7	TIL 8 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	1	2	3	4	5	6	7
	Tørrstoff	%	19,8	69,9	68,0	52,1	44,9	55,8	59,8
	Kornfordeling <63µm	% t.v.	62	9	16	24	25	18	19
	Intern*								
	Karbon, org. total	µg C/mg TS	95,7	27,2	14,8	28,9	42,9	26,6	23,8
	Kadmium	µg/g	0,86	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	<0,2	<0,2
	9-5								
	Krom	µg/g	91,0	22,5	20,8	24,7	44,2	38,2	24,5
	9-5								
	Kobber	µg/g	349	39,1	33,8	58,4	309	128	62,7
	9-5								
	Kvikksølv	µg/g	5,14	0,98	0,62	0,95	6,07	1,29	0,97
	4-3								
	Nikkel	µg/g	33,5	17,2	14	16,5	38,9	27,9	14,1
	9-5								
	Bly	µg/g	243	183	43,6	65,3	275	70,1	75,3
	9-5								
	Sink	µg/g	365	118	78,6	87,9	274	111	87,6
	9-5								
	PCB-28	µg/kg t.v.	2,2	0,72	3,0	0,58	7,7	1,1	1,2
	3-3								
	PCB-52	µg/kg t.v.	2,3	3,6	2,3	0,79	14	2,0	1,8
	3-3								
	PCB-101	µg/kg t.v.	7,2	13	2,0	2,6	19	3,5	2,7

Miljøgifter i sedimenter rundt Ålesund – resultater fra supplerende prøver fra tiltaksplanområdet (TA-2426/2008)

3-3									
PCB-118	µg/kg t.v. H	9,6	5,2	2,3	2,1	19	3,8	3,2	
3-3									
PCB-153	µg/kg t.v. H	35	28	6,0	9,4	33	s11	8,5	
3-3									
PCB-138	µg/kg t.v. H	31	27	5,4	7,0	31	s8,8	s5,7	
3-3									
PCB-180	µg/kg t.v. H	20	20	4,4	4,8	19	5,1	4,2	
3-3									
Sum PCB	µg/kg t.v.	107,3	97,52	25,4	27,27	142,7	s35,3	s27,3	
Beregnet									
Seven Dutch	µg/kg t.v.	107,3	97,52	25,4	27,27	142,7	s35,3	s27,3	
Beregnet									
Naftalen i sediment	µg/kg t.v. H	210	120	100	200	420	83	59	
2-3									
Acenaftylen	µg/kg t.v. H	81	27	36	52	54	28	20	
2-3									
Acenaften	µg/kg t.v. H	130	65	63	56	390	130	44	
2-3									
Fluoren	µg/kg t.v. H	140	92	74	100	390	120	50	
2-3									
Dibenzotiofen	µg/kg t.v. H	100	49	43	66	210	70	36	
2-3									
Fenantren	µg/kg t.v. H	1300	660	620	970	2800	980	520	
2-3									
Antracen	µg/kg t.v. H	350	230	200	500	690	250	120	
2-3									
Fluoranten	µg/kg t.v. H	3200	1300	1100	2300	5000	1800	1100	
2-3									
Pyren	µg/kg t.v. H	2800	1200	990	1900	4100	1500	970	
2-3									
Benz(a)antracen	µg/kg t.v. H	1600	660	530	1000	2600	920	510	
2-3									
Benzo(k)fluoranten	µg/kg t.v. H	1100	390	310	570	1700	580	340	
2-3									

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

* : Metoden er ikke akkreditert.

Kommentarer

- 1 Prøvene tatt uke 46 i 2007.
 Du har også bedt om fysetørring og bulk tetthet på 16 prøver reg. på 618 og 20 prøver reg. på 619. Disse kjøres på timer kr 225,- pr- prøve.
 Metallresultatene er oppgitt på tørrvekt.
 SnOrg: Verdiene av TBT i prøvene 1, 5, 8, 13 og 14 og verdien for DBT i prøve 5 lå over øverste kalibreringsstandard. Dette gir en noe høyere usikkerhet i disse resultatene.
 SnOrg: I prøve 9 var det ikke mulig å kvantifisere DPhT pga interferenser i kromatogrammet.
 PCB: s= Det var høy bakgrunn i deler av kromatogrammet.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2008-617

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	TIL 1 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
2	TIL 2 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
3	TIL 3 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
4	TIL 4 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
5	TIL 6 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
6	TIL 7 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
7	TIL 8 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	1	2	3	4	5	6	7
	Metode								
	Benzo (e) pyren	µg/kg t.v. H 2-3	2000	600	470	870	2700	890	580
	Benzo (a) pyren	µg/kg t.v. H 2-3	2200	770	610	1200	3100	1100	660
	Perylen	µg/kg t.v. H 2-3	580	210	170	330	800	280	170
	Indeno (1,2,3cd) pyren	µg/kg t.v. H 2-3	1900	600	470	890	2400	810	560
	Dibenz (ac+ah) antrac.	µg/kg t.v. H 2-3	420	130	100	190	630	200	130
	Benzo (ghi) perylen	µg/kg t.v. H 2-3	1900	610	470	890	2400	800	570
	Sum PAH	µg/kg t.v.	24711	9443	7716	14684	37484	13041	7959
	Beregnet								
	Sum PAH16	µg/kg t.v.	22031	8584	7033	13418	33774	11801	7173
	Beregnet								
	Sum KPAH	µg/kg t.v.	10020	3550	2790	5350	14530	5010	3110
	Beregnet								
	Monobutyltinn	µg MBT/kg H 14-1*	360	45	38	77	640	230	93
	Dibutyltinn	µg/kg t.v. H 14-1*	1400	38	28	83	2600s	290	270
	Tributyltinn	µg/kg t.v. H 14-1*	5100s	110	150	190	9300s	1800	740
	Monophenyltinn	µg/kg t.v. H 14-1*	110	7,6	6,6	6,9	150	56	21
	Diphenyltinn	µg/kg t.v. H 14-1*	5,7	<1	<1	<1	9,1	5,6	<1
	Triphenyltinn	µg/kg t.v. H 14-1*	40	3,1	5,3	6,3	95	40	21
	Benzo (b+j) fluoranten	µg/kg t.v. H 2-3	2800	1000	770	1500	4100	1400	910
	Chrysen	µg/kg t.v. H 2-3	1900	730	590	1100	3000	1100	610

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

* : Metoden er ikke akkreditert.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2008-617

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
8	TIL 9 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
9	TIL 10 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
10	TIL 11 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
11	TIL 12 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
12	TIL 13 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
13	TIL 1 1-5		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
14	TIL 1 5-10		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	8	9	10	11	12	13	14
Tørrstoff	%	B 3	42,2	56,6	62,5	69,3	48,6	23,4	28,8
Kornfordeling <63µm	% t.v.		29	17	18	18	26	62	60
Intern*									
Karbon, org. total	µg C/mg TS	G 6	52,2	26,2	45,8	24,0	30,1	101	102
Kadmium	µg/g	E 9-5	0,87	0,5	<0,2	<0,2	0,3	0,88	1,3
Krom	µg/g	E 9-5	46,3	32,1	21,4	19,8	23,3	89,7	82,7
Kobber	µg/g	E 9-5	161	139	54,6	29,1	66,0	338	301
Kvikksølv	µg/g	E 4-3	1,22	0,76	0,87	0,70	1,59	3,98	4,00
Nikkel	µg/g	E 9-5	19,4	19,9	17,8	14,2	12,4	34,0	33,6
Bly	µg/g	E 9-5	109	77,0	788	36,6	111	245	250
Sink	µg/g	E 9-5	250	184	97,8	69,6	225	403	436
PCB-28	µg/kg t.v.	H 3-3	1,1	1,4	1,8	0,65	1,4	2,5	2,5
PCB-52	µg/kg t.v.	H 3-3	4,2	1,6	2,3	0,82	4,7	4,5	2,9
PCB-101	µg/kg t.v.	H 3-3	11	3,7	3,5	1,9	7,9	15	11
PCB-118	µg/kg t.v.	H 3-3	11	3,4	3,1	2,1	5,7	16	13
PCB-153	µg/kg t.v.	H 3-3	19	10	10	4,7	15	40	35
PCB-138	µg/kg t.v.	H 3-3	15	7,8	9,3	4,9	15	39	34
PCB-180	µg/kg t.v.	H 3-3	6,4	4,5	7,0	3,1	8,7	21	21
Sum PCB	µg/kg t.v.		67,7	32,4	37	18,17	58,4	138	119,4
Beregnet									
Seven Dutch	µg/kg t.v.		67,7	32,4	37	18,17	58,4	138	119,4
Beregnet									
Naftalen i sediment	µg/kg t.v.	H 2-3	110	65	200	120	700	220	220
Acenaftalen	µg/kg t.v.	H 2-3	36	26	49	28	550	77	76
Acenaften	µg/kg t.v.	H 2-3	130	55	130	72	610	150	150
Fluoren	µg/kg t.v.	H 2-3	120	59	210	86	1200	150	160
Dibenzotiofen	µg/kg t.v.	H 2-3	89	46	130	53	890	110	110
Fenantren	µg/kg t.v.	H 2-3	1200	650	1600	730	11000	1400	1500
Antracen	µg/kg t.v.	H 2-3	340	170	450	290	2100	370	430
Fluoranten	µg/kg t.v.	H 2-3	2400	1400	2800	1700	16000	3500	3600
Pyren	µg/kg t.v.	H 2-3	2000	1300	2400	1400	12000	3100	3300
Benz(a)antracen	µg/kg t.v.	H 2-3	1100	670	1400	780	5300	1700	1700
Benzo(k)fluoranten	µg/kg t.v.	H 2-3	700	420	820	470	3400	1200	1300

* : Metoden er ikke akkreditert.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2008-617

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
8	TIL 9 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
9	TIL 10 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
10	TIL 11 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
11	TIL 12 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
12	TIL 13 0-1		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
13	TIL 1 1-5		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
14	TIL 1 5-10		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	8	9	10	11	12	13	14
	Benzo (e) pyren 2-3	µg/kg t.v. H	1100	670	1200	690	4900	2200	2300
	Benzo (a) pyren 2-3	µg/kg t.v. H	1400	810	1600	920	6700	2400	2500
	Perylen 2-3	µg/kg t.v. H	380	210	430	240	1600	620	630
	Indeno (1,2,3cd) pyren 2-3	µg/kg t.v. H	1100	600	1200	640	4600	2100	2100
	Dibenz (ac+ah) antrac. 2-3	µg/kg t.v. H	240	140	260	140	950	450	460
	Benzo (ghi) perylen 2-3	µg/kg t.v. H	1100	630	1200	650	4400	2200	2200
	Sum PAH Beregnet	µg/kg t.v.	16645	9781	19679	10959	92200	27047	28136
	Sum PAH16 Beregnet	µg/kg t.v.	15076	8855	17919	9976	84810	24117	25096
	Sum KPAH Beregnet	µg/kg t.v.	6340	3740	7280	4050	29450	10950	11360
	Monobutyltinn 14-1*	µg MBT/kg H	130	34	15	33	10	240	120
	Dibutyltinn 14-1*	µg/kg t.v. H	640	290	26	48	25	1200	1100
	Tributyltinn 14-1*	µg/kg t.v. H	2900s	710	250	130	110	5500s	4200s
	Monophenyltinn 14-1*	µg/kg t.v. H	26	45	2,1	3,5	<1	7,7	4,6
	Diphenyltinn 14-1*	µg/kg t.v. H	4,9	i	1,6	<1	<1	2,3	12
	Triphenyltinn 14-1*	µg/kg t.v. H	95	13	4,9	3,1	7,0	44	98
	Benzo (b+j) fluoranten 2-3	µg/kg t.v. H	1800	1100	2000	1100	8500	3100	3300
	Chrysen 2-3	µg/kg t.v. H	1300	760	1600	850	6800	2000	2100

- s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.
- i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.
- * : Metoden er ikke akkreditert.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2008-617

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
15	TIL 1 10-15		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
16	TIL 1 15-20		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
17	TIL 4 1-5		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
18	TIL 4 5-10		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
19	TIL 4 10-15		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	15	16	17	18	19
Tørrstoff	%	B 3	33,9	43,9	56,5	66,9	72,4
Kornfordeling <63µm	% t.v.	Intern*	34	29	25	17	14
Karbon, org. total	µg C/mg TS	G 6	86,0	53,9	27,1	137	19,7
Kadmium	µg/g	E 9-5	1,5	0,89	<0,2	<0,2	<0,2
Krom	µg/g	E 9-5	56,6	31,3	23,2	16,5	14,5
Kobber	µg/g	E 9-5	197	90,9	84,1	41,9	22,3
Kvikksølv	µg/g	E 4-3	4,11	2,58	1,46	0,81	0,59
Nikkel	µg/g	E 9-5	32,0	17,7	17,3	12,9	12
Bly	µg/g	E 9-5	215	120	91,3	65,8	41,7
Sink	µg/g	E 9-5	356	190	130	78,5	51,9
PCB-28	µg/kg t.v.	H 3-3	s3,8	3,1	6,4	0,54	<0,5
PCB-52	µg/kg t.v.	H 3-3	s4,3	3,6	8,7	0,58	<0,5
PCB-101	µg/kg t.v.	H 3-3	s12	3,6	4,5	0,57	<0,5
PCB-118	µg/kg t.v.	H 3-3	s14	3,6	3,6	<0,5	<0,5
PCB-153	µg/kg t.v.	H 3-3	s28	7,8	7,6	3,2	1,1
PCB-138	µg/kg t.v.	H 3-3	s28	s4,9	7,5	1,7	<0,5
PCB-180	µg/kg t.v.	H 3-3	15	3,3	4,4	0,75	<0,5
Sum PCB	µg/kg t.v.	Beregnet	s105,1	s29,9	42,7	<7,84	<4,1
Seven Dutch	µg/kg t.v.	Beregnet	s105,1	s29,9	42,7	<7,84	<4,1
Naftalen i sediment	µg/kg t.v.	H 2-3	210	110	280	88	55
Acenaftalen	µg/kg t.v.	H 2-3	61	30	77	28	27
Acenaften	µg/kg t.v.	H 2-3	110	42	78	29	14
Fluoren	µg/kg t.v.	H 2-3	140	65	130	39	27
Dibenzotiofen	µg/kg t.v.	H 2-3	91	47	80	24	18
Fenantren	µg/kg t.v.	H 2-3	1300	610	1100	300	270
Antracen	µg/kg t.v.	H 2-3	370	190	410	120	110
Fluoranten	µg/kg t.v.	H 2-3	2800	1500	2300	710	580
Pyren	µg/kg t.v.	H 2-3	2700	1600	2200	810	630
Benz(a)antracen	µg/kg t.v.	H 2-3	1300	670	1100	360	270
Benzo(k)fluoranten	µg/kg t.v.	H 2-3	1000	560	720	280	210

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

* : Metoden er ikke akkreditert.

Kommentarer

- 15 PCB: Det var høy bakgrunn i hele kromatogrammet. Det er derfor knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2008-617

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
15	TIL 1 10-15		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
16	TIL 1 15-20		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
17	TIL 4 1-5		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
18	TIL 4 5-10		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26
19	TIL 4 10-15		2008.04.08	1900.09.09-2008.05.26

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	15	16	17	18	19
Benzo (e) pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	1800	990	1100	480	340
Benzo (a) pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	2000	1100	1500	550	420
Perylen	µg/kg	t.v. H 2-3	470	230	390	120	90
Indeno (1,2,3cd) pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	1700	960	1200	500	350
Dibenz (ac+ah) antrac.	µg/kg	t.v. H 2-3	360	200	250	99	69
Benzo (ghi) perylen	µg/kg	t.v. H 2-3	1700	1000	1200	540	350
Sum PAH	µg/kg	t.v. Beregnet	22312	12114	17215	6187	4680
Sum PAH16	µg/kg	t.v. Beregnet	19951	10847	15645	5563	4232
Sum KPAH	µg/kg	t.v. Beregnet	8960	4990	6570	2539	1869
Monobutyltinn	µg MBT/kg	H 14-1*	12	6,7	24	<1	<1
Dibutyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*	360	40	75	19	<1
Tributyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*	1100	160	150	34	<2
Monophenyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*	<1	<1	<1	<1	<1
Diphenyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*	<1	<1	<1	<1	<1
Triphenyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*	20	4,8	1,1	2,3	<1
Benzo (b+j) fluoranten	µg/kg	t.v. H 2-3	2600	1500	1800	750	550
Chrysen	µg/kg	t.v. H 2-3	1600	710	1300	360	300

* : Metoden er ikke akkreditert.

Norsk institutt for vannforskning

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2008-617

(fortsettelse av tabellen):

VEDLEGG

SUM PCB er summen av polyklorerte bifenyler som inngår i denne rapporten.

Seven dutch er summen av polyklorerte bifenyler 28,52,101,118,138,153 og 180.

SUM PAH16 omfatter flg forbindelser: naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen, benzo(b+j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracen, benzo(ghi)perylene.

SUM KPAH er summen av benz(a)antracen, benzo(b+j+k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren og dibenz(a,c+a,h)antracen¹. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlige + trolige carcinogene).

SUM PAH er summen av alle PAH-forbindelser som inngår i denne rapporten.

¹ Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper



Statens forurensningstilsyn (SFT)
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo
Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00
Telefaks: 22 67 67 06
E-post: postmottak@sft.no
Internett: www.sft.no

Utførende institusjon Norsk institutt for vannforskning	Kontaktperson SFT Bård Nordbø	ISBN-nummer 978-82-577-5367-2
---	---	---

		TA-nummer 2426/2008
--	--	-------------------------------

Oppdragstakers prosjektansvarlig John Arthur Berge	År 2008	Sidetall 46	SFTs kontraktnummer 5008101
--	-------------------	-----------------------	---------------------------------------

Utgiver Norsk institutt for vannforskning NIVA-rapport nr. 5632	Prosjektet er finansiert av SFT
---	---

Forfatter: **John Arthur Berge**

Tittel

Miljøgifter i sedimenter rundt Ålesund – resultater fra supplerende prøver fra tiltaksplanområdet

Contaminants in sediments from the Ålesund area – results from supplementary samples taken in an area where remedial action is considered

Sammendrag

Fylkenes miljøvernavdelinger er blitt pålagt å utarbeide tiltaksplaner for forurensede sedimenter. Tiltaksplan fase 2 for Ålesundsområdet er utarbeidet. For å avgrense tiltaksområdet bedre ble det fra SFTs side vurdert som nødvendig med ytterligere analyser av miljøgifter i sedimenter. Her rapporteres resultatene fra disse analysene. Sedimenter ble innsamlet fra 2 stasjoner i Steinvågen og 10 stasjoner i Aspevågen. Følgende miljøgifter inngår i undersøkelsen: kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), bly (Pb), sink (Zn), tinnorganiske forbindelser (deriblant tributyltinn (TBT)), polyklorerte bifenyler (PCB) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Resultatene er klassifisert i henhold til SFTs klassifiseringssystem basert på giftighet. En samlet vurdering viser at de mest forurensede stasjonene er øst for Steinvåg (TIL 1) og øst for foreslått tiltaksområde i Aspølet (TIL 6), tett fulgt av ytterligere 5 stasjoner spredd i området. De østligste stasjonene mot Buholmstranda var minst forurenset, men omfattende toksiske effekter kan likevel forventes på sedimentlevende bunndyr på alle undersøkte stasjoner. Miljøforholdene i sedimentet i Aspevågen og Steinvågen må kunne karakteriseres som svært dårlige. Ut fra klassifiseringen er det trolig TBT som utgjør den største miljøtrusselen fulgt av metaller, PAH og i noe mindre grad

4 emneord Sedimenter, tiltaksplan, organiske forbindelser, metaller	4 subject words Sediments, remedial action, organic pollutants, metals
---	--

Statens forurensningstilsyn

Postboks 8100 Dep,

0032 Oslo

Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00

Telefaks: 22 67 67 06

E-post: postmottak@sft.no

www.sft.no

Statens forurensningstilsyn (SFT) ble opprettet i 1974 som et direktorat under miljøverndepartementet.

SFT skal bidra til å skape en bærekraftig utvikling. Vi arbeider for at forurensning, skadelige produkter og avfall ikke skal føre til helseskade, gå ut over trivselen eller skade naturens evne til produksjon og selvfornyelse.

TA-2426/2008

ISBN 978-82-577-5367-2