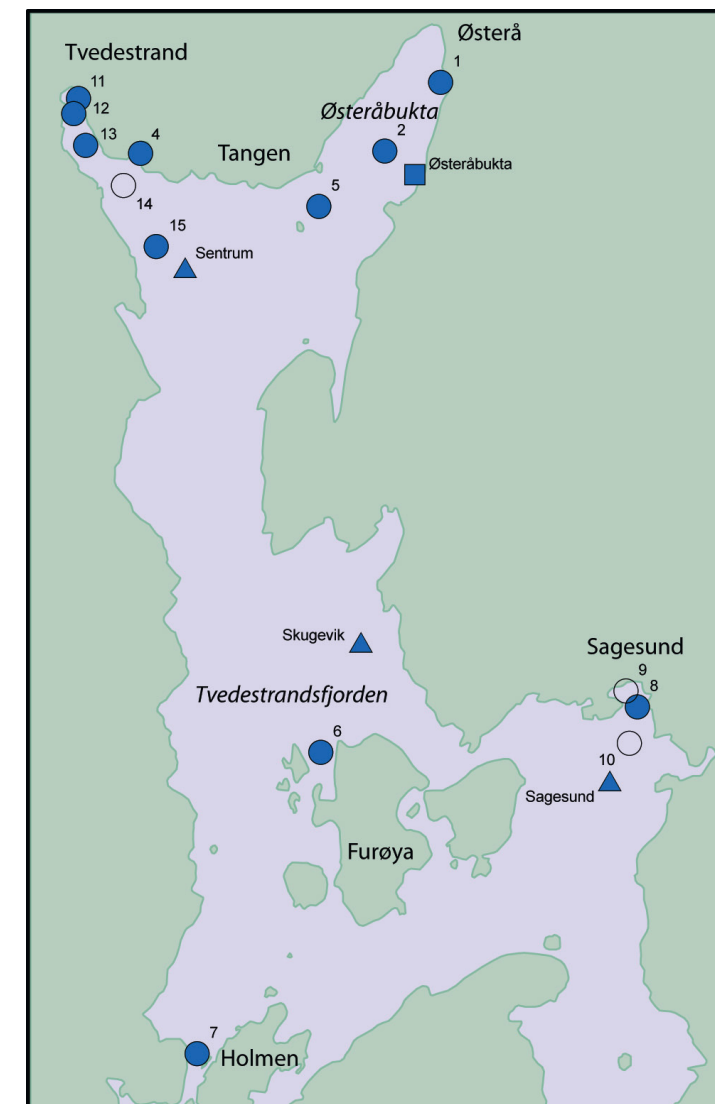




RAPPORT LNR 4986-2005

Supplerende
sedimentundersøkelser i
Tvedestrandsfjorden og
Østeråbukta i 2004



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 1264 Pirsenteret
7462 Trondheim
Telefon (47) 73 87 10 34 / 44
Telefax (47) 73 87 10 10

Tittel Supplerende sedimentundersøkelser i Tvedestrandsfjorden og Østeråbukta i 2004.	Løpenr. (for bestilling) 4986-2005	Dato 07.03.05
	Prosjektnr. Undernr. O-24278	Sider Pris 18
Forfatter(e) Hans C Nilsson Merete Schøyen Kristoffer Næs Jarle Håvardstun	Fagområde Miljøgifter i sjøvann	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

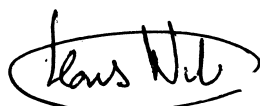
Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernavdelingen	Oppdragsreferanse
--	-------------------

Sammen drag

I forbindelse med arbeidet knyttet til opprydding i forurensede sedimenter i Tvedestrandsfjorden er det utført supplerende sedimentundersøkelser i områdene ved Tvedestrand, Østeråbukta og i området rundt Furøya og Sagesund.

Området ved Tvedestrand by er preget av høye konsentrasjoner av kvikksølv, PCB, PAH og TBT særlig i nærområdet til havnen, men også i området rundt Østerå og Sagesund når det gjelder kvikksølv, PAH og TBT. Det tyder på at det fremdeles er aktive tilførsler til denne delen av området. Konsentrasjonene avtar sterkt mot Furøya, men det er også her observert tildels høye konsentrasjoner av TBT

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tvedestrandsfjorden 2. Sedimenter 3. Miljøgifter 4. Tiltaksplan 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tvedestrandsfjorden 2. Sediments 3. Micropolutants 4. Remedial actions
--	---



Hans C Nilsson
Prosjektleder



Kristoffer Næs
Forskningsleder



Øyvind Sørensen
Ansvarlig

O-24278

**Supplerende sedimentundersøkelser i
Tvedestrandsfjorden og Østeråbukta i 2004**

Forord

Denne undersøkelsen er gjennomført etter oppdrag fra Fylkesmannen i Aust-Agder v/Miljøvernavdelingen i henhold til tilbud av 13. september 2004. Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Eva Boman.

Alle analysene er gjennomført ved NIVAs laboratorium. Laboratoriepersonellet takkes for fin innsats.

Hans Nilsson og Jarle Håvardstun gjennomførte feltarbeidet og Hans Nilsson har vært ansvarlig for behandling av data, produsert kartene og rapporten. Kristoffer Næs har vært ansvarlig for rapporten og prosjektet i sin helhet.

Oslo, 4 februar 2005

Hans C Nilsson

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Formål	6
1.3 Stasjonsplassering	6
2. Materiale og metoder	7
2.1 Prøvetaking	7
2.2 Analyser	8
3. Resultater	9
3.1 Sedimentbeskrivelse	9
3.2 Innhold av forurensningskomponenter	10
4. Referanser	17
5. Rådata	18

Sammendrag

I forbindelse med arbeidet knyttet til opprydding i forurensede sedimenter i Tvedestrandsfjorden er det utført supplerende sedimentundersøkelser i områdene ved Tvedestrand, Østeråbukta og i området rundt Furøya og Sagesund.

Området ved Tvedestrand by er preget av høye konsentrasjoner av kvikksølv, PCB, PAH og TBT særlig i nærområdet til havnen, men også i området rundt Østerå og Sagesund når det gjelder kvikksølv, PAH og TBT. Det tyder på at det fremdeles er aktive tilførsler til denne delen av området. Konsentrasjonene avtar sterkt mot Furøya, men det er også her observert tildels høye konsentrasjoner av TBT.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med tiltaksplan mot forurensede sedimenter i Aust-Agder som myndighetene nå utarbeider, er det behov for supplerende undersøkelser i Tvedestrandsfjorden for å avklare situasjonen i fjordområdet.

Tidligere undersøkelser av havneområdet og Østeråbukta i indre Tvedestrandsfjord tyder på at området er sterkt /meget sterkt forurenset av PAH og TBT, og markert forurenset av PCB, kvikksølv, bly og kobber. Dypområdet innenfor Furøya og Sagesund er sterkt forurenset av PAH og TBT og kun moderat forurenset av PCB. Områdene er samtidig moderat til markert forurenset av tungmetaller.

Av de kvantifiserte kildene er avrenning fra urbane tette flater og utslipp fra renseanlegg de største bidragsyterne. I tillegg kommer ikke-kvantifiserte kilder som båttrafikk og andre havneaktiviteter.

På grunn av høyt innhold av PAH og TBT, kombinert med grunne områder (< 20 m) og aktiviteter som kan gi spredningsfare, er indre havn, Tangen, Østeråbukta og Sagesund rangert som høyrisikoområder.

1.2 Formål

Undersøkelsen supplerer eksisterende data om miljøgifter i sedimentene i Tvedestrandsfjorden. Undersøkelsene skal gi myndighetene grunnlag for beslutninger knyttet til fylkesvis tiltaksplan mot forurensede sedimenter.

1.3 Stasjonsplassering

Prinsippene som er fulgt for stasjonsplassering og prøvetaking har vært følgende:

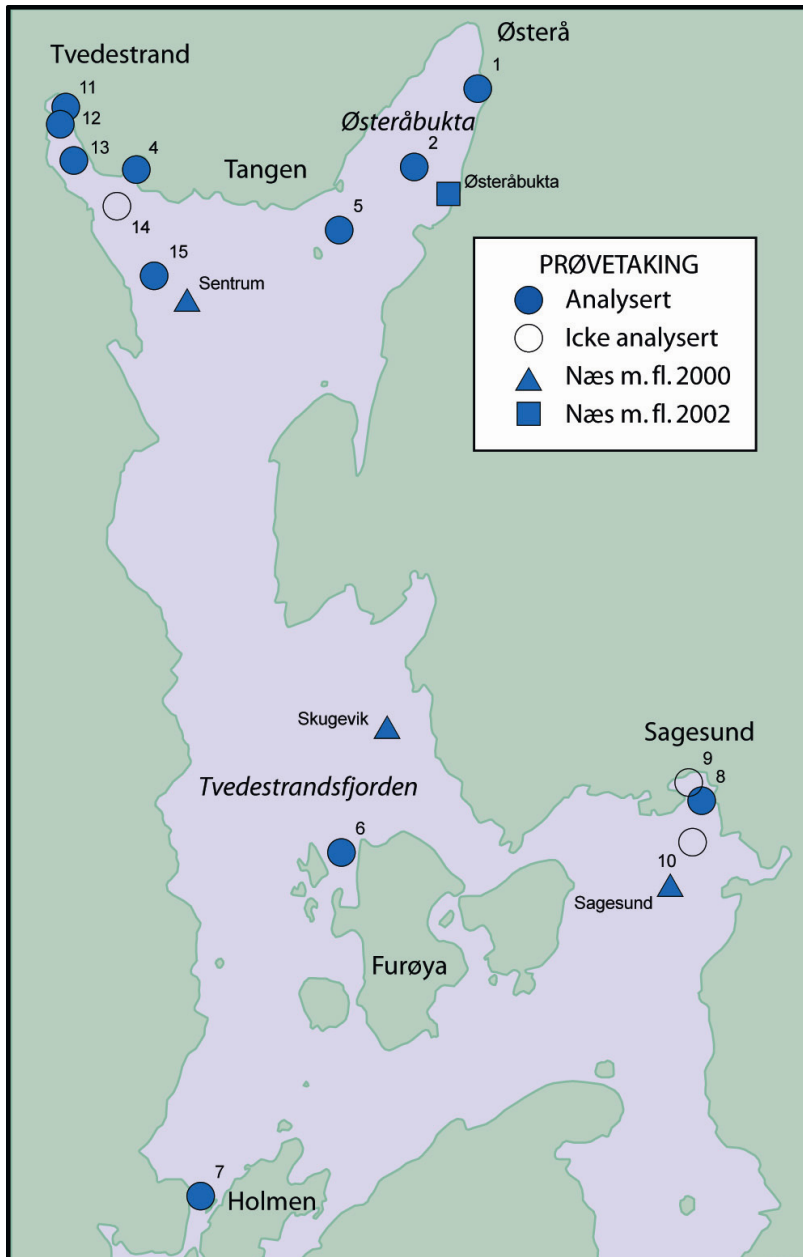
- Supplere og utvide eksisterende prøvetakingspunkter for å gi en bedre geografisk dekning.
- Det øvre 2 cm tykke laget av sedimentet analyseres for å kunne relatere til nåværende tilførsler.

2. Materiale og metoder

2.1 Prøvetaking

Feltarbeidet ble gjennomført 4. november 2004. Sedimentprøvene ble tatt med en Van Veen grabb (0,026 m²). De øverste 2 cm av sedimentlaget ble skrapet av med en skje. Aksepterte prøver fra grabber hadde vann over sedimentoverflaten slik at man kunne fastslå at overflaten var intakt.

Stasjonsplasseringen er vist i **Figur 1** mens posisjoner og vanddyp er gitt i **Tabell 1**.



Figur 1. Stasjonsplassering i Tvedestrandsfjorden og Østeråbukta.

Tabell 1. Posisjoner og vanddyb for sedimentprøvetakingen i Tvedestrandsfjorden.

Stasjon	Dyp (m)	Pos N	Pos E	Referanse
1	12,0	58°37.470	008°57.303	
2	27,5	58°37.326	008°57.118	
4	11,5	58°37.278	008°56.207	
5	25,0	58°37.206	008°56.889	
6	19,0	58°36.136	008°57.083	
7	17,0	58°35.526	008°56.726	
8	12,6	58°36.283	008°58.254	
9	7,5	58°36.311	008°58.205	
10	21,5	58°37.210	008°58.234	
11	11,0	58°37.374	008°55.956	
12	11,0	58°37.346	008°55.945	
13	16,0	58°37.286	008°55.996	
14	13,0	58°37.210	008°56.152	
15	19,0	58°37.097	008°56.299	
Sentrum	25,0	58°37.060	008°56.410	Næs m.fl. 2000
Skuggevik	40,0	58°36.358	008°57.198	Næs m.fl. 2000
Sagesund	37,0	58°36.132	008°58.176	Næs m.fl. 2000
Østeråbukta	8,0	58°37.284	008°57.240	Næs m.fl. 2002

2.2 Analyser

Det øverste 2 cm tykke laget av sedimentet ble snittet av for analyse. Analysevariablene omfattet kornfordeling (vektprosent partikler finere enn 63 µm), totalt organisk karbon (TOC), kadmium (Cd), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), bly (Pb), polyklorerte bifenyler (PCB, syv enkeltforbindelser med nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH, enkeltforbindelsene naftalen, acenaftalen, acenaften, fluoren, fenantren, antrasen, fluoranten, pyren, benzo(a)antrasen, krysen/trifenylen, benzo(b+j+k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3cd)pyren, dibenz(ac/ah)antrasen, benzo(ghi)perylene). I resultatpresentasjonen for tilstandsklasser vil PCB betegne summen av de syv enkelte PCBene ganget med to i henhold til praksis fra SFT, mens PAH representerer summen av PAH-forbindelsene gitt i rådata minus naftalen (disyklisk forbindelse). Benzo(j)fluoranten inkludert verdien for benzo(k)fluoranten.

Andel finstoff ble bestemt ved våt sikting og TOC ved hjelp av en CHN-elementanalysator etter at karbonater var fjernet i syredamp.

Metallene (bortsett fra kvikksølv) ble bestemt på ICP etter opplutning i salpetersyre. Kvikksølv ble bestemt med kalddampeteknikk.

Ekstraksjon av PCB og PAH i sedimentene ble gjort ved en teknikk kalt "Accelerated Solvent Extraction". Metoden baserer seg på ekstraksjon av vått sediment med en blanding av organiske løsningsmidler (diklormetan:cyklohexan i forhold 1:1) under høyt trykk og temperatur. Prøveekstraktene ble rensert med bl.a. gel permeasjonskromatografi før analyse. De klororganiske komponentene bestemmes med GC/ECD mens PAHene ble analysert ved hjelp av GC/MSD.

3. Resultater

3.1 Sedimentbeskrivelse

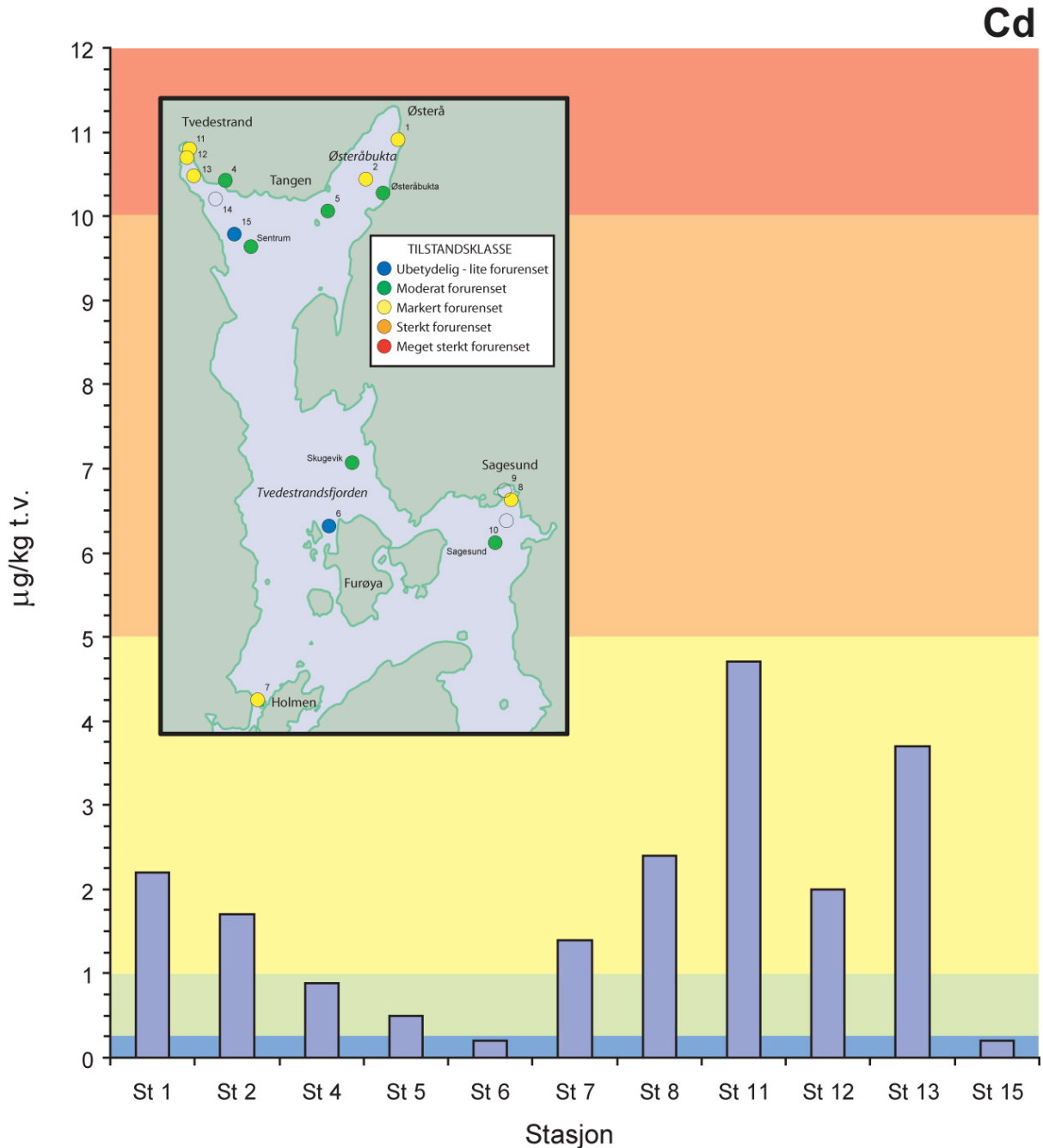
Det ble samlet inn sedimentprøver fra 6 stasjoner og 1 kjerne i indre havn, 3 stasjoner i Østeråbukta, 3 stasjoner i Sagesund, og 2 stasjoner i Bjørnevikshalsen-Furøya. Dypet som prøvene ble tatt på spente seg fra 7,5 til 27,5 m. Flesteparten av prøvene var finkornete, dog var det innblanding av sand, skjellrester og sagflis i enkelte (**Tabell 2**).

Tabell 2. Sedimentbeskrivelse for prøvene fra Kongsgårdbukta.

Stasjon	Dyp	Kornfordeling	Totalt organisk karbon	Kommentar
	m	% < 63 µm	mg/g	
1	12,0	47	80,8	Svart finkornet med mye døde skjell, H₂S lukt
2	27,5	49	81,0	Svart bløtt topplag m. grå striper nedover i sedimentet, H₂S lukt
4	11,5	54	78,9	Svart bløtt sediment, ikke H₂S lukt
5	25,0	48	53,9	Svart bløtt topplag m. grå striper nedover i sedimentet, H₂S lukt
6	19,0	43	16,7	Finkornet mørkt brunt sediment, ikke H₂S lukt
7	17,0	35	78,2	Finkornet brunlig sediment, sandig m. litt finkornet skjellsand, ikke H₂S lukt
8	12,6	50	170	Mørkt brunt sediment m. mye sagflis
9	7,5			Mørkt brunt sediment m. mye sagflis
10	21,5			
11	11,0	36	120	Svart finkornet sediment, H₂S lukt
12	11,0	16	66,1	Svart finkornet sediment, H₂S lukt, litt planterester.
13	16,0	43	110	Svart finkornet sediment, H₂S lukt, litt planterester.
14	13,0			Mørkebrunt sandig sediment, døde skjell, ikke H₂S lukt
15	19,0	6	7,1	Brunt sandig sediment, ikke H₂S lukt

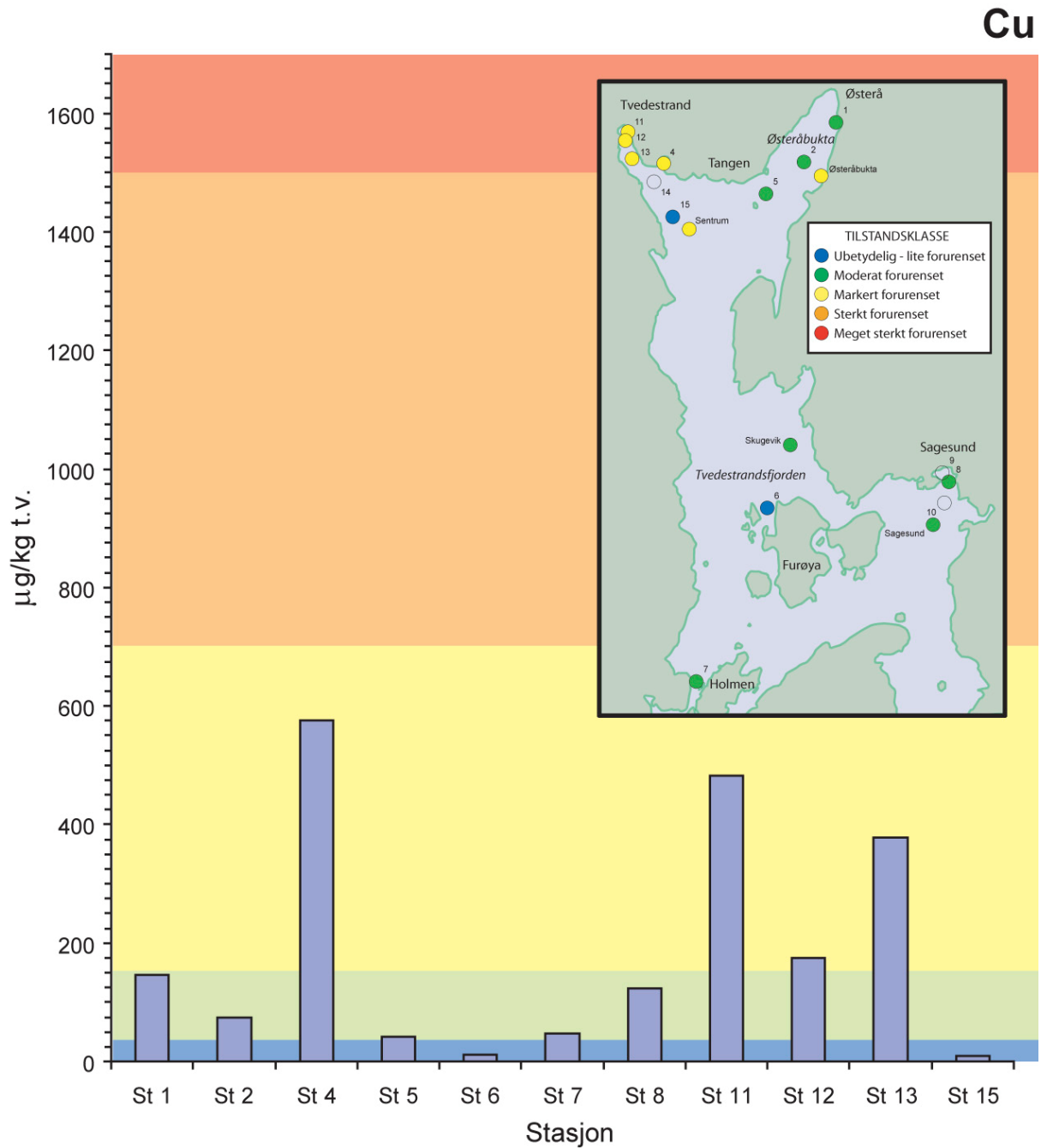
3.2 Innhold av forurensningskomponenter

Den geografiske fordelingen i området og konsentrasjoner av kadmium i sedimentet er vist i **Figur 2**. Generelt var innholdet høyest rundt byområdet ved Tvedestrand, Østerå og Sagesund. Område rundt Tvedestrand havn, Østerå, Sagesund og Holmen er markert forurenset av kadmium, mens det sentralt området i Tvedestrandsfjorden og rundt Furøya klassifiseres som ubetydelig til moderat forurenset av kadmium.



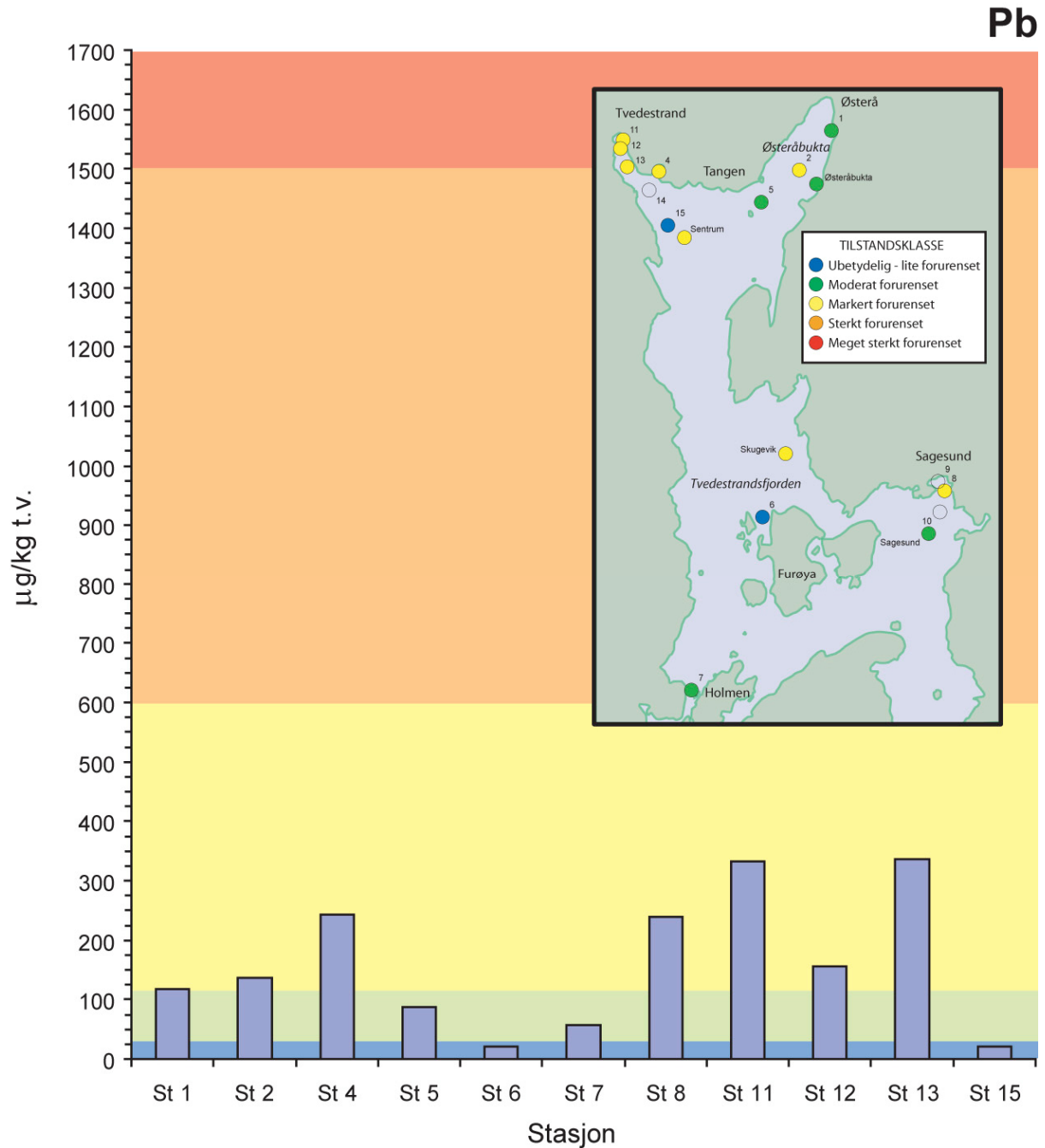
Figur 2. Fordeling av kadmium i overflatesedimentene (0-2 cm) i Tvedestrandsfjorden basert på SFTs klassifisering av miljøkvalitetskriterier. Stasjoner samlet inn i november 2004 er markert med stasjonsnummer, og sammenliknes med stasjonene Sentrum, Skuggevik, Sagesund (Næs m.fl. 2000) og Østeråbukta (Næs m.fl. 2002).

Den geografiske fordelingen i området og konsentrasjoner av kobber i sedimentet er vist i **Figur 3**. Høyere nivåer av kobber observeres i området rundt Tvedestrand by. Øvrige områder klassifiseres som ubetydelig til moderat forurenset.



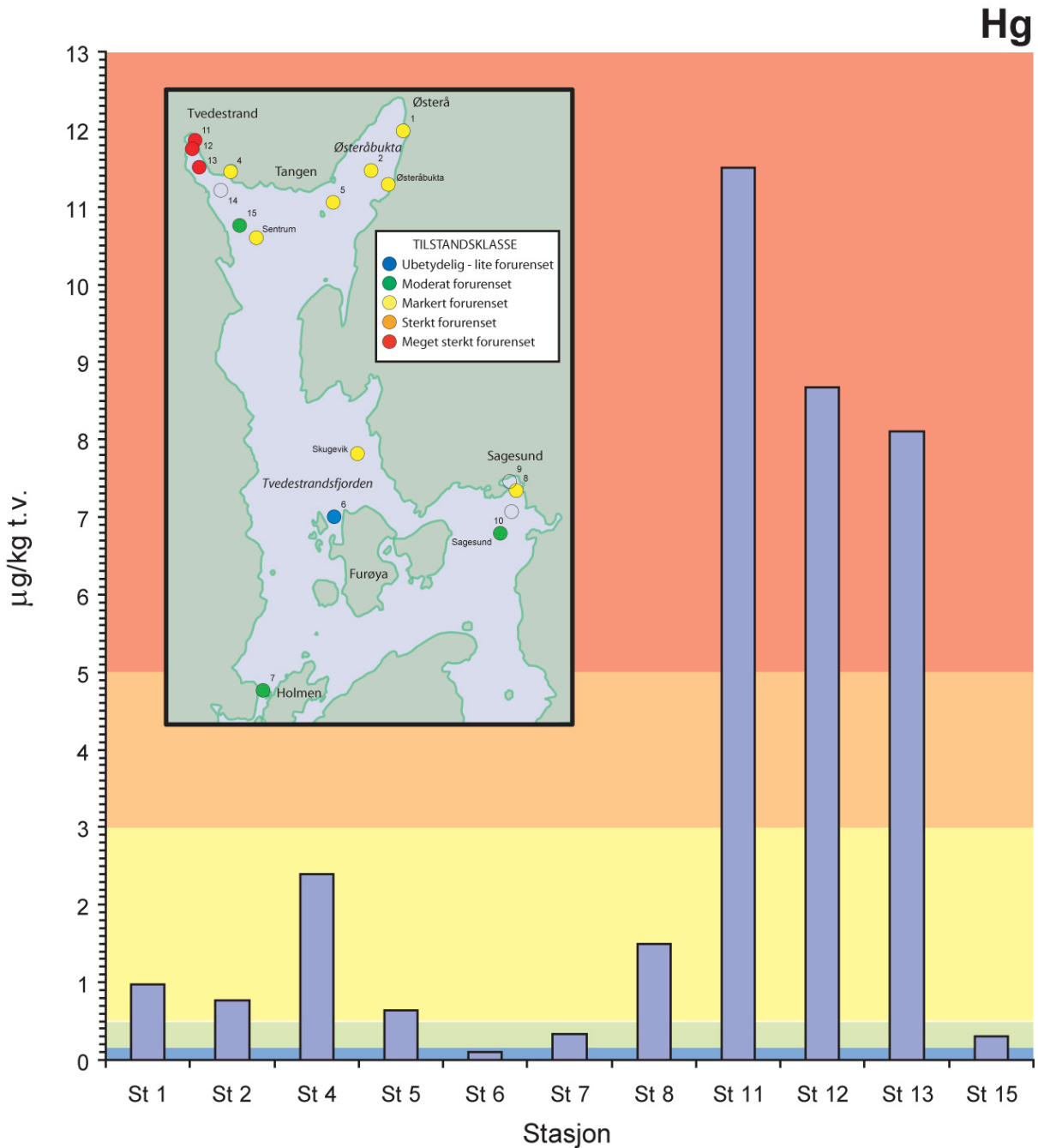
Figur 3. Fordeling av kobber i overflatesedimentene (0-2 cm) i Tvedestrandsfjorden basert på SFTs klassifisering av miljøkvalitetskriterier. Stasjoner samlet inn i november 2004 er markert med stasjonsnummer, og sammenliknes med stasjonene Sentrum, Skuggevik, Sagesund (Næs m.fl. 2000) og Østeråbukta (Næs m.fl. 2002).

Den geografiske fordelingen i området og konsentrasjoner av bly i sedimentet er vist i **Figur 4**. Markerte forurensede sedimenter observerendes i hele området utenfra området rundt Furøya og Holmen. Høyest konsentrasjoner observeres rundt Tvedestrand havn.



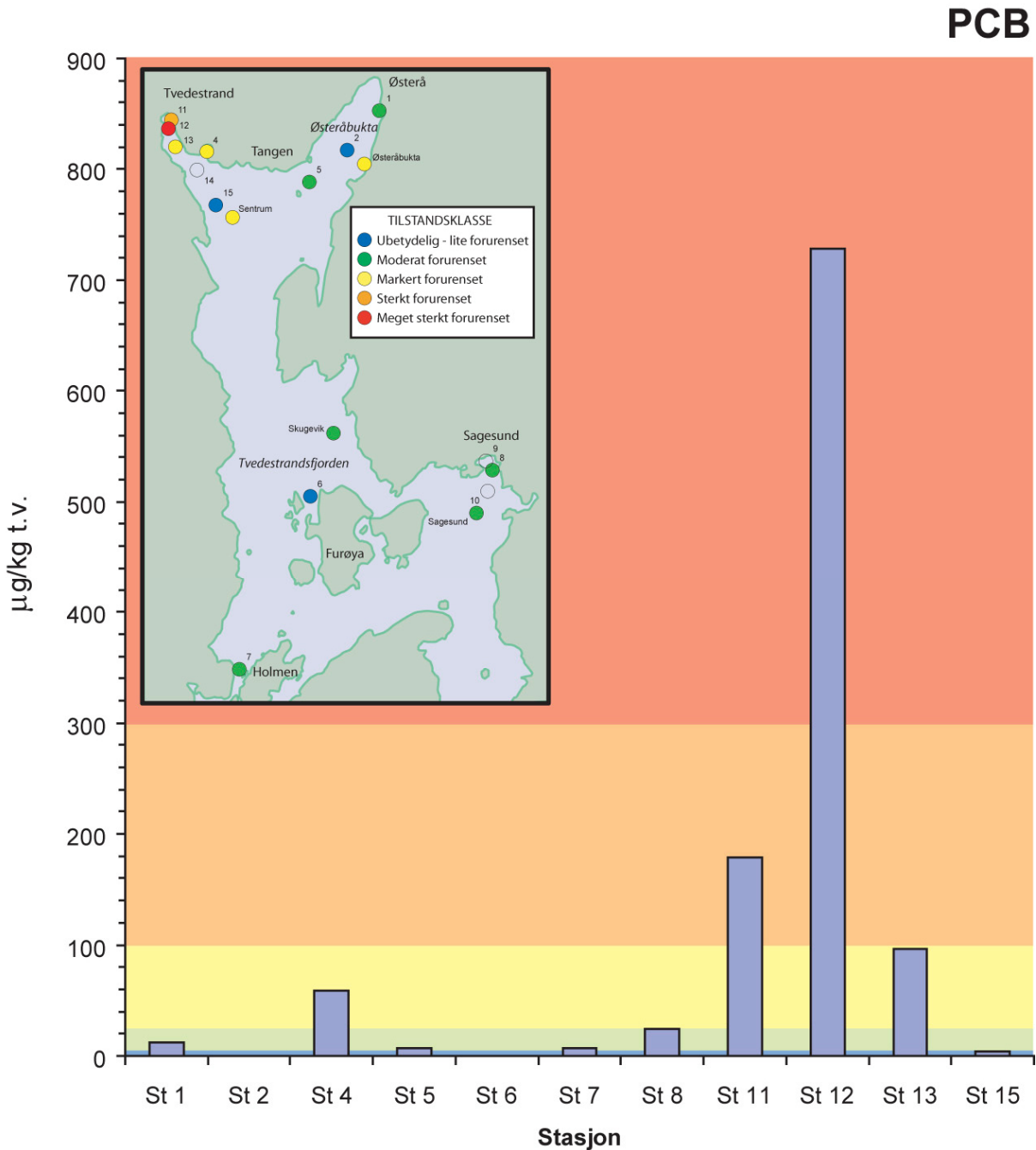
Figur 4. Fordeling av bly i overflatesedimentene (0-2 cm) i Tvedestrandsfjorden basert på SFTs klassifisering av miljøkvalitetskriterier. Stasjoner samlet inn i november 2004 er markert med stasjonsnummer, og sammenliknes med stasjonene Sentrum, Skugevik, Sagesund (Næs m.fl. 2000) og Østeråbukta (Næs m.fl. 2002).

Den geografiske fordelingen i området og konsentrasjoner av kvikksølv i sedimentet er vist i **Figur 5**. Av metaller var kvikksølv den med de høyest observerte konsentrasjonene (meget sterkt forurenset basert på SFTs klassifisering). Spredningsmønstrer er like de øvrige metaller, men med svært høye verdier i Tvedestrand havn.



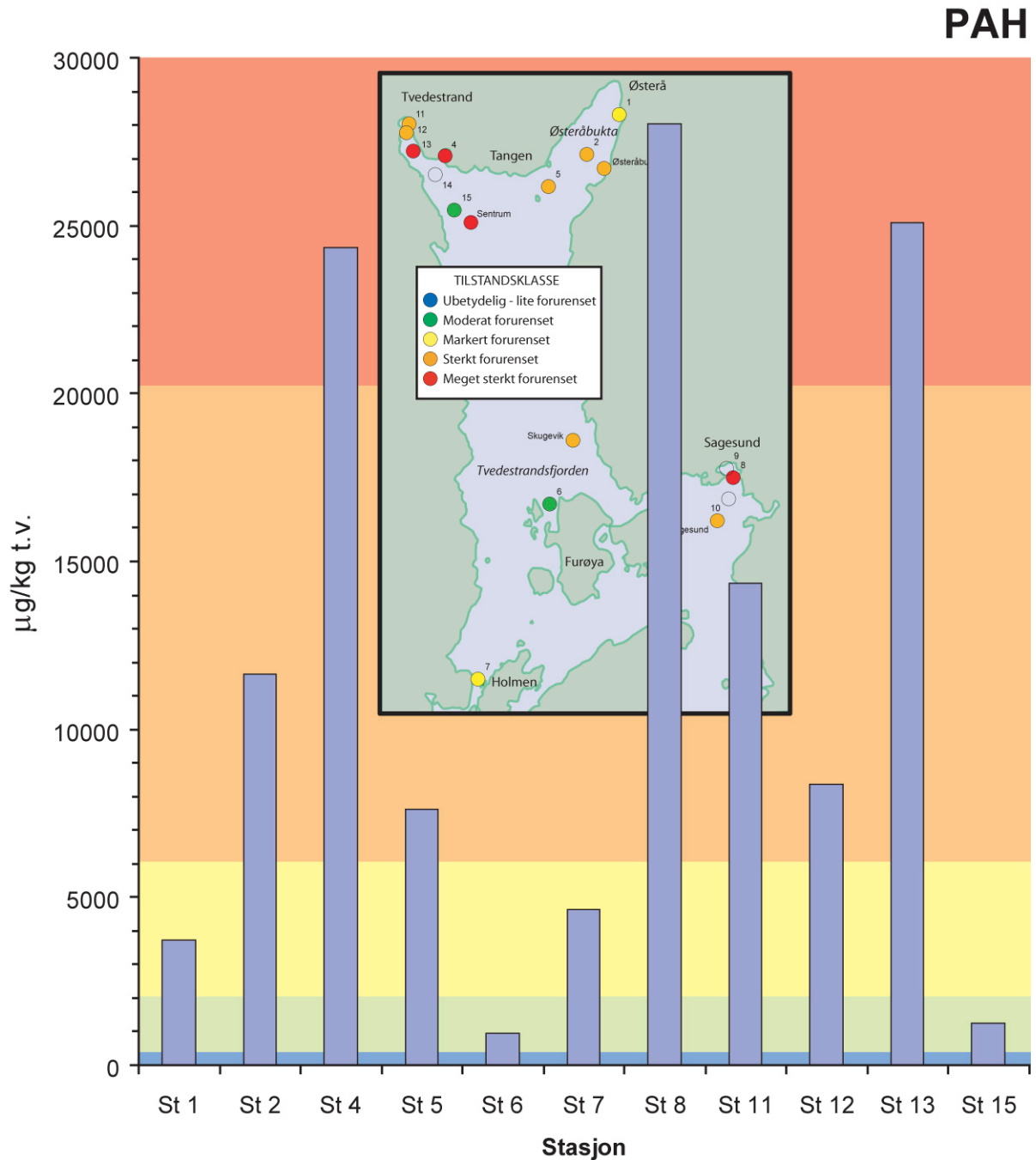
Figur 5. Fordeling av kvikksølv i overflatesedimentene (0-2 cm) i Tvedestrandsfjorden basert på SFTs klassifisering av miljøkvalitetskriterier. Stasjoner samlet inn i november 2004 er markert med stasjonsnummer, og sammenliknes med stasjonene Sentrum, Skuggevik, Sagesund (Næs m.fl. 2000) og Østeråbukta (Næs m.fl. 2002).

Den geografiske fordelingen i området og konsentrasjoner av PCB i sedimentet er vist i **Figur 6**. Markert forurensede sedimenter ble observert i Tvedestrand byområde og i Østeråbukta. Stasjon 12 i Tvedestrand havn var meget sterkt forurenset. I den sørlige delen av fjorden ble de bare observert ubetydelige til moderat forurensede sedimenter.



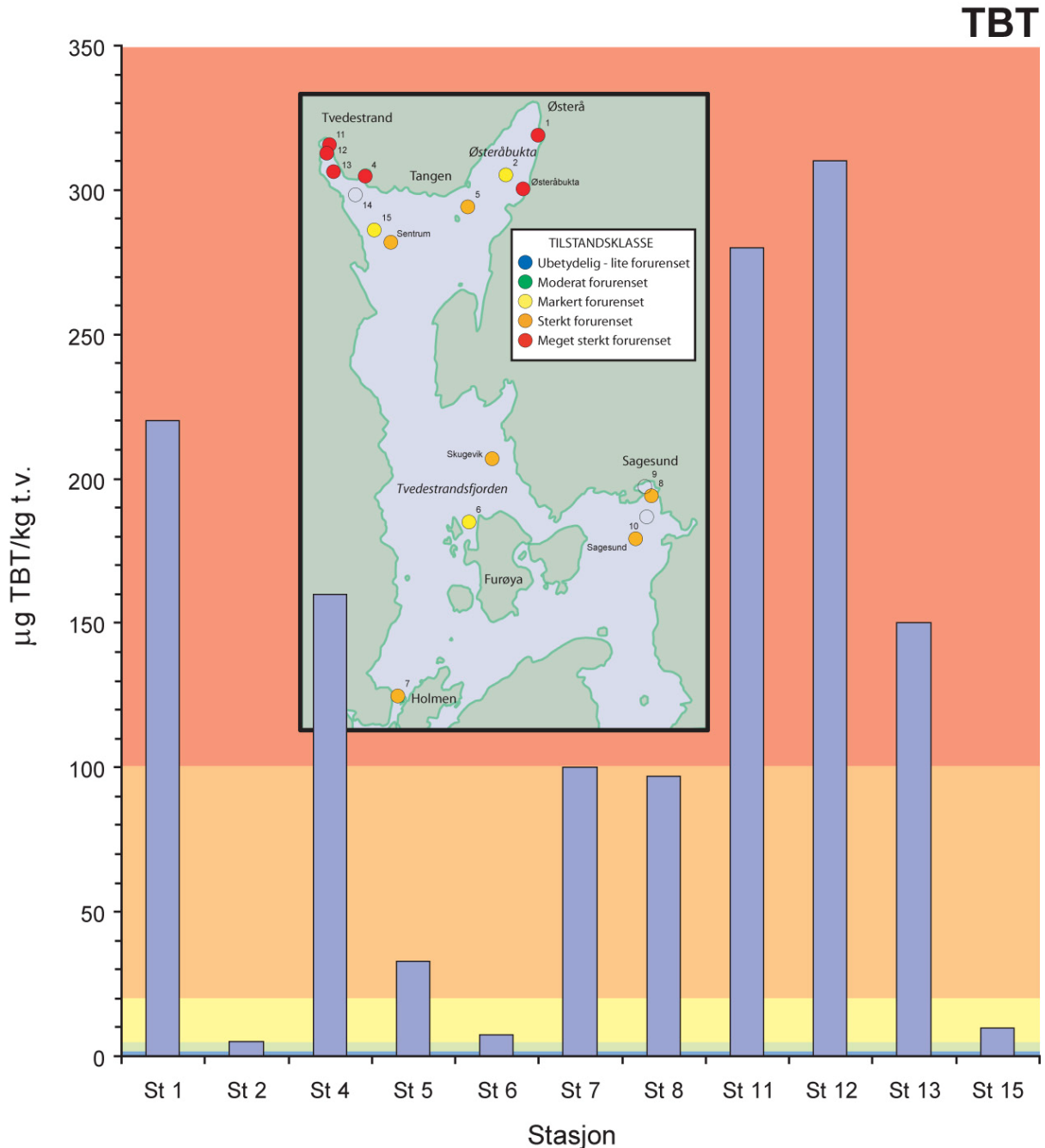
Figur 6. Fordeling av PCB i overflatesedimentene (0-2 cm) i Tvedestrandsfjorden basert på SFTs klassifisering av miljøkvalitetskriterier. Stasjoner samlet inn i november 2004 er markert med stasjonsnummer, og sammenliknes med stasjonene Sentrum, Skuggevik, Sagesund (Næs m.fl. 2000) og Østeråbukta (Næs m.fl. 2002).

Den geografiske fordelingen i området og konsentrasjoner av PAH i sedimentet er vist i **Figur 7**. Sedimentene i hele området er markert til meget sterkt forurenset av PAH. Kun to stasjoner indikerte bare moderate forurensete sedimenter i hele undersøkelsen.



Figur 7. Fordeling av PAH i overflatesedimentene (0-2 cm) i Tvedestrandsfjorden basert på SFTs klassifisering av miljøkvalitetskriterier. Stasjoner samlet inn i november 2004 er markert med stasjonsnummer, og sammenliknes med stasjonene Sentrum, Skuggevik, Sagesund (Næs m.fl. 2000) og Østeråbukta (Næs m.fl. 2002).

Den geografiske fordelingen i området og konsentrasjoner av TBT i sedimentet er vist i **Figur 8**. Seks av totalt 15 undersøkte stasjoner i området er meget sterkt forurensede av TBT. Øvrige sedimenter klassifiseres som markert til sterkt forurensede.



Figur 8. Fordeling av TBT i overflatesedimentene (0-2 cm) i Tvedestrandsfjorden basert på SFTs klassifisering av miljøkvalitetskriterier. Stasjoner samlet inn i november 2004 er markert med stasjonsnummer, og sammenliknes med stasjonene Sentrum, Skuggevik, Sagesund (Næs m.fl. 2000) og Østeråbukta (Næs m.fl. 2002).

Oppsummert er sedimentene ved Tvedestrand by de som er mest preget av høye konsentrasjoner av miljøgifter i området. Meget høye konsentrasjoner av kvikksølv, PCB, PAH og TBT (meget sterkt forurenset) er observert i dette området. Alle undersøkte stasjoner viser markerte forurensete sedimenter i hvert fall på en av de undersøkte miljøgiftene (kadmium, kobber, bly, kvikksølv, PCB, PAH og TBT). Stasjon 6 ved Furøya og stasjon 15 i indre Tvedestrand's fjorden var de stasjonene med de laveste undersøkte konsentrasjonene av miljøgifter. At stasjon 15 påviser lave konsentrasjoner av miljøgifter, kan være en effekt av at denne stasjonens sediment var meget sandig (6% <63 µm), hvilket antydes av den nærliggende og mindre sandige stasjonen 'Sentrum' (Næs, 2002) påviser signifikant høyere nivåer av miljøgifter i nærområdet. Resultatene tyder på aktiv tilførsel av PCB i Tvedestrand's hamn.

4. Referanser

Aktuelle rapporter:

Kroglund, T., A. Helland, O. Lindholm 2003. Tiltaksplan for forurensete sedimenter i Aust-Agder. Fase 1 - Miljøtilstand, kilder og prioriteringer. NIVA rapport 4744-2003.

Næs, K., J. Knutzen, J. Håvardstun, T. Kroglund, M.C. Lie, J.A. Knutsen, M.L. Wiborg 2000. Miljøgiftundersøkelse i havner på Agder 1997-1998. PAH, PCB, tungmetaller og TBT i sedimenter og organismer. Statlig program for forurensningsovervåking 799/00. NIVA rapport 4232-2000.

Næs, K., E. Oug, J. Haavardstun 2002. Miljøgifter i småbåthavner i Aust-Agder 2000. Metaller, klororganiske forbindelser, PAH, TBT og olje i bunnsedimenter. NIVA-rapport nr. 4473-2002. 37s.

SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning 1997:03. TA nr. 1467/1997. 36 s.

5. Rådata

Substans (enhet) / Stasjon	St. 1	St. 2	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 11	St. 12	St. 13	St. 15
TTS (%)	30,8	20,2	26,4	24,1	53,7	25,3	14	22,5	31,9	25,6	71
Korn<63µm (% t.v.)	47	49	54	48	43	35	50	36	16	43	6
TOC (µg/mg C TS)	80,8	81	78,9	53,9	16,7	78,2	170	120	66,1	110	7,1
Cd (µg/g)	2,2	1,7	0,89	0,5	<0,2	1,4	2,4	4,7	2	3,7	<0,2
Cu (µg/g)	147	74,5	575	41,3	12,3	47,1	123	482	174	378	9,37
Hg (µg/g)	0,98	0,77	2,39	0,64	0,1	0,34	1,49	11,5	8,67	8,1	0,3
Pb (µg/g)	118	137	243	88,2	21	56,2	240	332	155	337	20
CB28 (µg/kg t.v.)	1,3	<0,5	3,8	0,59	<0,5	1,1	2,2	5,5	2,2	4,3	<0,5
CB52 (µg/kg t.v.)	1,9	<0,5	5,5	0,75	<0,5	1,1	4,4	9,1	6,1	6,7	<0,5
CB101 (µg/kg t.v.)	1,2	<0,5	7	0,72	<0,5	0,64	2,9	19	48	11	0,69
CB118 (µg/kg t.v.)	1,1	<0,5	5,7	0,6	<0,5	0,66	1,9	15	19	9	0,62
CB153 (µg/kg t.v.)	i	i	i	i	i	i	i	i	120	i	i
CB138 (µg/kg t.v.)	0,73	<0,5	5,4	0,88	<0,5	<0,5	0,93	26	100	12	0,71
CB180 (µg/kg t.v.)	<0,5	<0,5	1,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	15	69	5,5	<0,5
Sum PCB (µg/kg t.v.)	6,23	0	29,3	3,54	0	3,5	12,33	89,6	364,3	48,5	2,02
NAP (µg/kg t.v.)	48	140	240	79	<20	<20	270	190	77	250	<20
ACNLE (µg/kg t.v.)	14	29	100	20	<2	8,8	89	75	29	97	3,5
ACNE (µg/kg t.v.)	23	62	91	38	<2	9	130	52	22	98	4,4
FLE (µg/kg t.v.)	31	100	150	69	5,3	25	330	84	39	140	9,6
PA (µg/kg t.v.)	220	880	1900	650	45	280	2900	870	500	1600	95
ANT (µg/kg t.v.)	65	210	440	130	12	78	840	280	120	500	25
FLU (µg/kg t.v.)	620	1800	4100	1200	130	750	4600	2400	1500	4200	200
PYR (µg/kg t.v.)	570	1900	3900	1100	110	680	4400	2300	1500	4100	180
BAA (µg/kg t.v.)	270	750	1800	550	56	330	2100	980	590	1900	94
CHRTR (µg/kg t.v.)	210	630	1700	440	55	280	1800	900	590	1900	110
BBF (µg/kg t.v.)	510	1600	2900	1100	150	650	3200	1900	1100	2900	160
BKF (µg/kg t.v.)	190	580	1300	370	56	240	1300	720	380	1300	67
BAP (µg/kg t.v.)	320	960	2300	580	81	360	2400	1300	700	2500	110
ICDP (µg/kg t.v.)	350	1100	1700	710	140	540	2000	1200	660	1800	120
DBA3A (µg/kg t.v.)	52	140	350	100	15	62	340	200	110	370	16
BGHIP (µg/kg t.v.)	290	910	1600	570	99	350	1600	1100	540	1700	95
Sum PAH (µg/kg t.v.)	3783	11791	24571	7706	954,3	4642,8	28299	14551	8457	25355	1289,5
Sum KPAH (µg/kg t.v.)	1692	5130	10350	3410	498	2182	11340	6300	3540	10770	567
Sum NPD (µg/kg t.v.)	268	1020	2140	729	45	280	3170	1060	577	1850	95
MBT (µg MBT/kg)	23	i	66	27	15	38	63	190	99	140	15
DBT (µg DBT/kg)	36	3,7	130	27	11	68	73	450	190	260	i
TBT (µg TBT/kg)	220	5,1	160	33	7,4	100	97	280	310	150	9,8
MPhT (µg MPhT/kg)	51	i	150	12	i	130	300	130	i	130	i
DPhT (µg DPhT/kg)	22	2,7	31	3,2	i	43	13	20	2,7	19	i
TPhT (µg TPhT/kg)	250	i	56	6,2	i	90	370	32	22	78	4