

Undersøkelser av miljøgifter og bløtbunnsfauna i sedimentene i Sandvikdalsfjorden nær Kristiansandsfjorden i 2012



RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Undersøkelser av miljøgifter og bløtbunnsfauna i sedimentene i Sandvikdalsfjorden nær Kristiansandsfjorden i 2012.	Løpenr. (for bestilling) 6459-2012	Dato 11.2.2013
	Prosjektnr. O-12293	Sider 31
Forfatter(e) Merete Schøyen Gunhild Borgersen Sigurd Øxnevad	Fagområde Marint miljø	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Avfall Sør Husholdning AS	Oppdragsreferanse Kirsten Leidal
---	-------------------------------------

Sammendrag

Overvåkingen av Sandvikdalsfjorden nær Kristiansandsfjorden i 2012 omfattet undersøkelser av miljøgifter og økologisk status i bunnsedimenter. Sedimentene ble analysert for syv metaller ved tre stasjoner i en gradient ut fjorden. Det var generelt lave konsentrasjoner av miljøgifter i Sandvikdalsfjorden og tilstanden var god (klasse II) for bly og kvikksølv, og på bakgrunnsnivå (klasse I) for kadmium, kobber, krom, nikkel og sink ved samtlige stasjoner.

Det har i perioden 1995 til 2012 vært en forbedring i sedimentene ved de to ytre områdene i Sandvikdalsfjorden med hensyn til kadmium, kobber, nikkel og sink hvor tilstanden har gått fra å være god (klasse II) til å ligge på bakgrunnsnivå (klasse I). Det organiske innholdet i øvre sjikt av sedimentene har i all hovedsak gått ned sammenlignet med 1995. Også innholdet av nitrogen og fosfor i sedimentene var lavere i 2012 enn i 1995, med unntak av innhold av nitrogen ved det midterste området i Sandvikdalsfjorden.

Bløtbunnsfaunaen ble vurdert etter Vanddirektivets kriterier, og den økologiske tilstanden karakteriseres som svært god både på den midterste og ytterste stasjonen.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Miljøgifter Bunnsedimenter Overvåking Sandvikdalsfjorden nær Kristiansandsfjorden 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Contaminants Sediments Monitoring Sandvikdalsfjorden close to Kristiansandsfjorden
---	--

Merete Schøyen

Merete Schøyen
Prosjektleder

Morten Schaanning

Morten Schaanning
Forskningsleder

Kristoffer Næs

Kristoffer Næs
Forskningsdirektør

**Undersøkelser av miljøgifter og bløtbunnsfauna i
sedimentene i Sandvikdalsfjorden nær
Kristiansandsfjorden i 2012**

Forord

Bakgrunn for undersøkelsen var at NIVA ved Merete Schøyen ble kontaktet av Avfall Sør Husholdning AS ved Kirsten Leidal som ønsket prøvetaking av sedimenter og bløtbunnsfauna i Sandvikdalsfjorden.

Tidligere undersøkelser har omfattet sigevann, overvann og resipient ved Holskogen fyllplass i 1995.

Forslag til program ble gitt 29.6.2012 og tilsagn til oppstart ble gitt 24.8.2012.

Feltarbeidet ble gjennomført 6.6.2012. Ved prøvetakingen ble fartøyet «F/F Trygve Braarud» tilhørende Universitetet i Oslo benyttet. Båten ble ført av skipper Sindre Holm og hans mannskap. Feltarbeidet ble utført av Merete Schøyen og Sigurd Øxnevad, NIVA.

Prøvene ble opparbeidet av NIVA personell og analysert ved NIVAs laboratorium i Oslo og ved Eurofins i Moss. Kontaktperson ved NIVAs laboratorium har vært Kine Bæk.

Gunhild Borgersen og Marijana Brkljacic har vært ansvarlig for sortering og artsidentifisering av faunaprøvene. Rapporten er skrevet av Merete Schøyen og Gunhild Borgersen.

Kontaktperson ved Avfall Sør Husholdning AS har vært Kirsten Leidal.

Alle takkes for innsatsen.

Oslo, 11.2.2013

Merete Schøyen

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn for undersøkelsen	7
1.2 Områdebeskrivelse	7
1.3 Tidligere undersøkelser	8
1.4 Mål for undersøkelsen	8
2. Metoder	9
2.1 Stasjoner og prøvetaking	9
2.2 Miljøgifter	12
2.2.1 Prøvetaking	12
2.2.2 Valg av analyseparametere	13
2.2.3 Analyser	14
2.2.4 Bedømming av miljøtilstand	14
2.3 Bunnfauna	15
2.3.1 Prøvetaking og opparbeiding	15
2.3.2 Bedømming av tilstand	16
3. Resultater	17
3.1 Analyser av bunnsedimenter	17
3.2 Metaller	17
3.3 Organisk materiale	17
3.3.1 Glødetap	17
3.3.2 Fosfor	18
3.3.3 Nitrogen	18
3.3.4 Total organisk karbon	18
3.3.5 Karbon/nitrogen forhold	19
3.4 Bunnfauna	19
4. Vurdering av resultatene	21
4.1 Metaller	21
4.2 Organisk materiale	21
4.3 Bunnfauna	21
5. Referanser	23
6. Vedlegg	24
6.1 Prøvetaking og bunnforhold	24
6.1.1 Komplette artslistene (bløtbunnsfauna)	24
6.1.2 Organisk innhold i sedimentene	26
6.2 Analyserapporter	27
6.2.1 SGR, TTS, TOC, TN, P, metaller og kornfordeling	27
6.2.2 SGR, TTS, TOC, TN, P, metaller og kornfordeling	29
6.2.3 TTS, TOC og kornfordeling	31

Sammendrag

NIVA har gjennomført undersøkelser av miljøgifter og bløtbunnsfauna i sedimentene i Sandvikdalsfjorden nær Kristiansandsfjorden 6.6.2012. Det ble tatt prøver for sedimentkjemi ved tre stasjoner i en gradient ut Sandvikdalsfjorden og det ble tatt prøver for bløtbunnsfauna ved de to ytterste av disse stasjonene.

Sedimentene ble analysert for de syv metallene bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink. Det var generelt lave konsentrasjoner av miljøgifter i Sandvikdalsfjorden og tilstanden var god (klasse II) for bly og kvikksølv og på bakgrunnsnivå (klasse I) for kadmium, kobber, krom, nikkel og sink ved samtlige stasjoner.

Det har i perioden 1995 til 2012 vært en forbedring i sedimentene med hensyn til kadmium, kobber, nikkel og sink i Sandvikdalsfjorden hvor tilstanden har gått fra å være god (klasse II) til å ligge på bakgrunnsnivå (klasse I) ved de to ytre områdene. I 1995 var innholdet av krom ved bakgrunnsnivå (klasse I) mens innholdet av bly, kadmium, kobber, kvikksølv, nikkel og sink hadde god tilstand (klasse II) i de øvre 4 cm av sedimentene ved midtre og ytre område.

Det organiske innholdet i øvre sjikt av sedimentene har i all hovedsak gått ned sammenlignet med 1995. Også innholdet av nitrogen og fosfor i sedimentene var lavere i 2012 enn i 1995, med unntak av innhold av nitrogen i det midterste området i Sandvikdalsfjorden.

Bløtbunnsfaunaen ble vurdert etter Vanndirektivets kriterier, og den økologiske tilstanden karakteriseres som svært god både på den midterste og ytterste stasjonen. Den innerste stasjonen hadde svært sandige sedimenter og ble ikke analysert med hensyn til bunnfauna.

Summary

Title: Monitoring of contaminants and soft bottom fauna in sediments in Sandvikdalsfjorden close to Kristiansandsfjorden in 2012.

Year: 2013.

Authors: Merete Schøyen, Gunhild Borgersen and Sigurd Øxnevad.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6194-3.

NIVA has carried out monitoring of contaminants and soft bottom fauna in sediments in Sandvikdalsfjorden close to Kristiansandsfjorden 6.6.2012. Sediments from three stations in a gradient outward the Sandvikdalsfjorden were analysed, and samples of soft bottom fauna were taken at the two outermost stations.

The sediments were analysed for the seven metals lead, cadmium, copper, chromium, mercury, nickel and zinc. Generally, the concentrations of contaminants in Sandvikdalsfjorden were low and the sediments were classified as good (Class II) due to lead and mercury while cadmium, copper, chromium, nickel and zinc were at background levels (Class I).

In the period 1995 to 2012, there has been an improvement in the sediments regarding cadmium, copper, nickel and zinc from good (Class II) to background levels (Class I) in the two outermost areas in Sandvikdalsfjorden. In 1995, the content of chromium was at background level (Class I) in the 4 cm upper layer of the sediment, while the contents of lead, cadmium, copper, mercury, nickel and zinc were classified as good (Class II) in the mid and outer fjord.

The organic content in the upper layers of the sediment has decreased since 1995. The content of nitrogen and phosphorus in the sediment is also lower than in 1995, with exception of the nitrogen in the middle part of Sandvikdalsfjorden.

The ecological conditions determined by soft bottom fauna were classified as very good at the two outermost stations. The sediments at the inner station were very sandy and were not analysed with respect to soft bottom fauna.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for undersøkelsen

NIVA ved Merete Schøyen ble kontaktet av Avfall Sør Husholdning AS ved Kirsten Leidal som ønsket prøvetaking av sedimenter og bløtbunnsfauna i Sandvikdalsfjorden. I første omgang ble det gjort avtale via e-post og telefon om at NIVA skulle utføre feltarbeidet i løpet av juni 2012 på tokt med «F/F Trygve Braarud» da NIVA skulle gjøre undersøkelser i Kristiansandsfjorden i forbindelse med et flerårig overvåkingsprosjekt for Fylkesmannen i Vest-Agder (Schøyen m. fl. 2010 og 2012).

1.2 Områdebeskrivelse

Sandvikdalsfjorden ligger vest for Kristiansandsfjorden (**Figur 1**) og ligger på grensen mellom Kristiansand og Søgne kommune i Vest-Agder. Sandvikdalsfjorden har innløp vest for Flekkerøy og er nesten fire kilometer lang og smalner inn nordover. Den innerste delen av fjorden er smal og kalles Holskogkilen.



Figur 1. Oversiktskart over Sandvikdalsfjorden til venstre og Kristiansandsfjorden til høyre. Lokaliteter for prøvetaking ved indre (SV1), midtre (SV2) og ytre (SV3) Sandvikdalsfjord er avmerket på kartet. Kilde: GisLink karttjeneste.

1.3 Tidligere undersøkelser

I 1995 ble det gjort undersøkelser i Sandvikdalsfjorden for Kristiansand kommune av Høgskolen i Agder i forbindelse med utarbeidelse av plan for miljøovervåking av Holskogen avfallsplass (Andersen 1996). Sigevann og overflatevann samt resipienten (Ytre Holskogkilen og Sandvikdalsfjorden) ble undersøkt for organiske stoffer, næringssalter og miljøgifter (metaller) for å spore eventuelle effekter på resipienten. Stasjon A (indre Sandvikdalsfjord) i 1995 tilsvarer SV2 midtre Sandvikdalsfjord i 2012. Stasjon B i 1995 (ytre Sandvikdalsfjord) tilsvarer SV3 ytre Sandvikdalsfjord i 2012. Stasjonen som i 2012 blir kalt SV1 (indre Sandvikdalsfjord) ble ikke prøvetatt i 1995. Undersøkelsen i 1995 viste at vannmassene og sedimentene i Sandvikdalsfjorden var lite påvirket av utslippet fra fyllplassen mens dypvannet i Ytre Holskogkilen var påvirket av tilførte organiske stoffer.

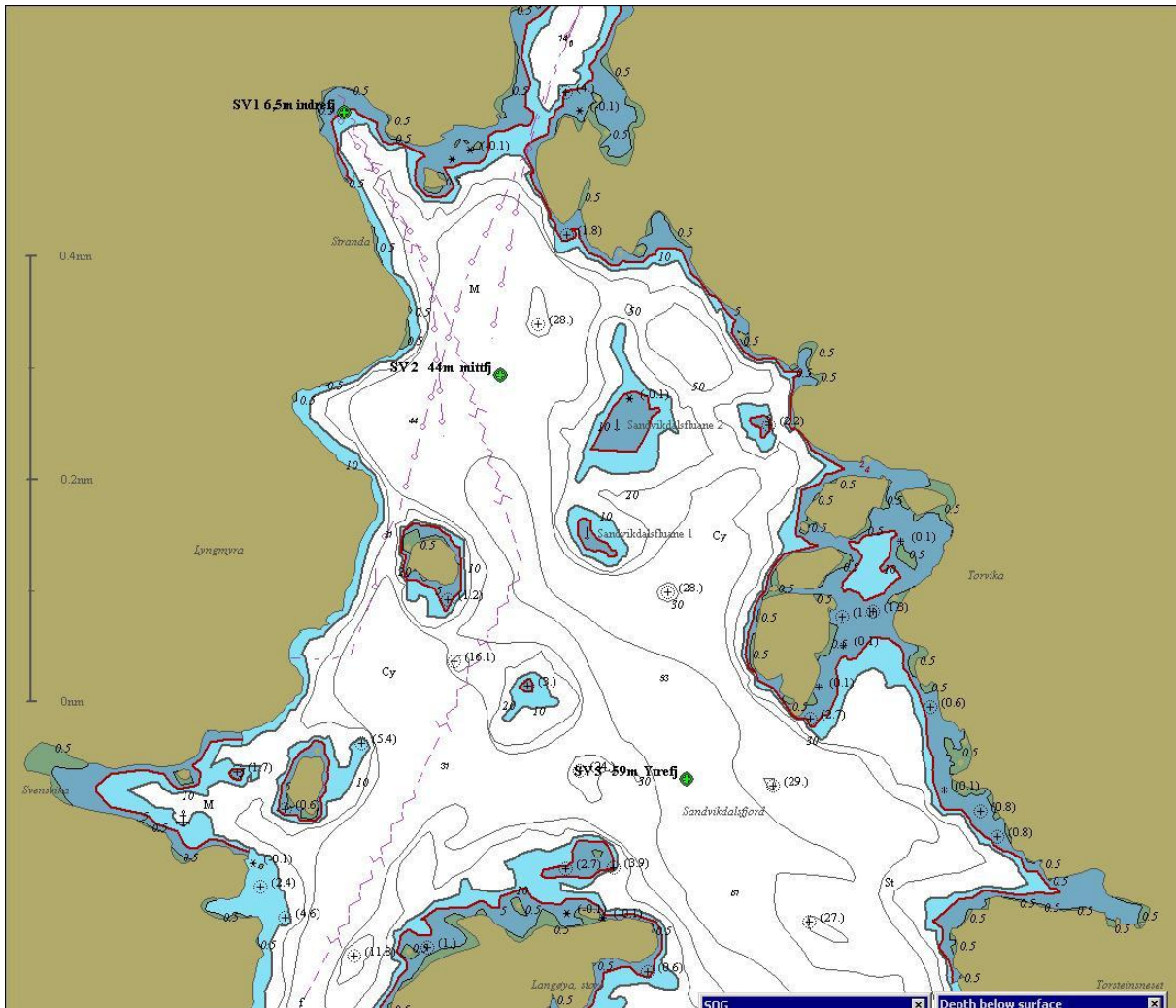
1.4 Mål for undersøkelsen

Målet for undersøkelsen har vært å kartlegge nivåer av miljøgifter i bunnsedimentene i Sandvikdalsfjorden og å sammenlikne disse med undersøkelsen som ble gjort i 1995, og å undersøke den økologiske tilstanden. Analyseparametere har vært harmonisert med undersøkelsen i 1995.

2. Metoder

2.1 Stasjoner og prøvetaking

Undersøkelsen omfattet i alt tre prøvetakingsstasjoner i Sandvickdalsfjorden 6.6.2012 (**Figur 2** og **Figur 3**). Prøvetaking av bunnsedimenter ble gjort ved alle tre stasjonene, dvs. i indre (SV1), midtre (SV2) og ytre (SV3) Sandvickdalsfjord. Bløtbunnsfauna ble innsamlet ved de to ytterste stasjonene (SV2 og SV3) og ikke ved den innerste stasjonen (SV1) hvor sedimentene var svært sandige.



Figur 2. Kart over prøvetakingsstasjoner. Det ble tatt sedimentprøver ved alle tre stasjonene (indre SV1, midtre SV2 og ytre SV3) og bløtbunnsfaunaprøver ble innsamlet ved de to ytterste stasjonene (SV2 og SV3). Kart er laget av skipper Sindre Holm ved «F/F Trygve Braarud» (Universitetet i Oslo).



Figur 3. Foto tatt i retning mot Indre Sandvikdalsfjord. Det var pent vær og lite vind og sjø under prøvetakingen. Foto: Merete Schøyen.

Plasseringen av prøvetakingsstasjonene i midtre (SV2) og ytre (SV3) Sandviksdalsfjord ble gjort etter kart fra forrige undersøkelse i 1995 (Andersen 1996) og ble vurdert i forhold til dybdeforhold og sikkerhetsmarginer til sjøkabler i samarbeid med skipper Sindre Holm (**Tabell 1**).

Tabell 1. Koordinater og vanddyp for de tre prøvetakingsstasjonene i Sandvikdalsfjorden 6.6.2012.

Område	Stasjon	Prøver	Dyp (m)	Koordinater		Munsell fargekode
Indre Sandvikdalsfjord	SV1	Miljøgifter	6,5	58°5.460N	7°55.531E	
Midtre Sandvikdalsfjord	SV2	Miljøgifter, bløtbunnsfauna	44	58°5.224N	7°55.802E	2,5 4/3
Ytre Sandvikdalsfjord	SV3	Miljøgifter, bløtbunnsfauna	59	58°4.861N	7°56.125E	2,5 5/3

Sedimentkjemiprøvene ble tatt med en dobbel kjerneprøvetaker (**Figur 4**). Bløtbunnsfaunaprøvene ble innsamlet med en 0,1 m² van Veen bunngrabb (**Figur 5**). På alle stasjonene ble det foretatt en visuell beskrivelse av sedimentene.



Figur 4. Dobbelt kjerneprøvetaker i indre Sandvickdalsfjord (SV1) og prøvetaking av sedimentkjerener. Foto: Merete Schøyen og Sigurd Øxnevad.



Figur 5. Illustrasjonsbilde som viser prøvetaking av overflatesediment (til analyse av total organisk karbon (TOC), tørrstoff (TTS) og kornfordeling (andel finfraksjon < 63 µm)) via inspeksjonsluker, og spyling av bløtbunnsfaunaprøver. Foto: Sigurd Øxnevad.

2.2 Miljøgifter

2.2.1 Prøvetaking

Indre Sandviktalsfjord (SV 1)

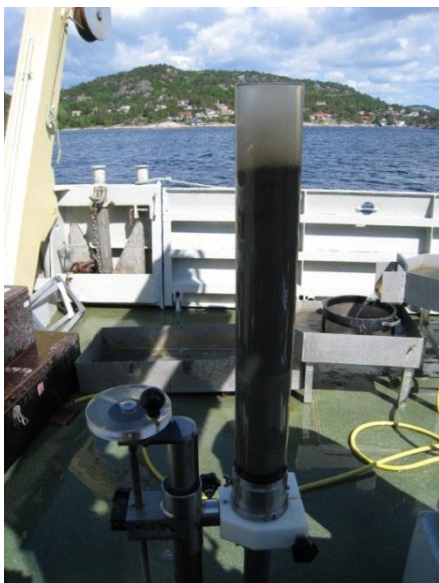
Det ble tatt parallelle prøver av tre sedimentkjerner på 6,5 m vanddyb som ble snittet i 1 cm tykke snitt. To av disse kjernene ble slått sammen for å få nok materiale. Kjernene var ca. 7 cm lange og sedimentene var sandige (**Figur 6**). I overflaten var det et lag med lite konsolidert (fluffy) organisk materiale over de sandige sedimentene.



Figur 6. Sedimentkerne fra indre (SV1) Sandviktalsfjord. Foto: Merete Schøyen.

Midtre Sandviktalsfjord (SV2)

Det ble tatt parallelle prøver av to sedimentkjerner på 44 m vanddyb som ble snittet i 1 cm tykke snitt (**Figur 7**).



Figur 7. Sedimentkerne fra midtre (SV2) Sandviktalsfjord. Foto: Merete Schøyen.

Ytre Sandvikdalsfjord (SV3)

Det ble tatt parallelle prøver av to sedimentkjerner på 59 m vanddyb som ble snittet i 1 cm tykke snitt (Figur 8).



Figur 8. Sedimentkjerne fra ytre (SV3) Sandvikdalsfjord. Foto: Merete Schøyen.

Sedimentkjernen ble snittet i 1 cm skiver i de øverste 10 cm slik som i 1995 (0-1 cm, 1-2 cm, 2-3 cm, 3-4 cm, 4-5 cm, 5-6 cm, 6-7 cm, 7-8 cm, 8-9 cm og 9-10 cm) bortsett fra ved indre (SV1) Sandvikdalsfjord hvor kjernene var kortere. Prøvene ble oppbevart nedfrosset (ved -20 °C) fram til analyse.

2.2.2 Valg av analyseparametere

Etter avtale med oppdragsgiver ble snittene før analyse slått sammen til 0-2 cm og 2-5 cm. Ved analyser ble det tatt utgangspunkt i de samme parametere som i 1995, slik Kirsten Leidal i utgangspunktet ønsket. Dette omfattet de syv metallene bly (Pb), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), og sink (Zn).

Det ble også bestemt tørrstoff (TTS), glødetap (SGR), totalt organisk karbon (TOC), total nitrogen (TN), fosfor (P) og kornfordeling (andel finfraksjon < 63 µm) på snittene 0-2 og 2-5 cm for sammenligning med 1995.

I tillegg ble totalt organisk karbon (TOC) og tørrstoff (TTS) analysert for separate snitt på 0-1 cm og kornfordeling (andel finfraksjon < 63 µm) på 0-5 cm snitt fra midtre (SV2) og ytre (SV3) Sandvikdalsfjord. Dette ble utført for å tilfredsstille krav til prøvetaking i henhold til ISO16665 slik at resultatene kan benyttes for tilstandsklassifisering av organisk innhold.

2.2.3 Analyser

Analyser av glødetap (SGR), tørrstoff (TTS), total organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN), fosfor (P) og metaller ble gjort ved Eurofins laboratorier i Moss, og analyse av kornfordeling (andel finfraksjon < 63 µm) ble utført ved våtsikting på NIVAs laboratorium (snitt 0-2 cm og 2-5 cm) for alle de tre stasjonene (**Vedlegg 6.2.1** og **6.2.2**).

I tillegg ble analyse av tørrstoff (TTS), total organisk karbon (TOC) (snitt 0-1 cm) og kornfordeling (andel finfraksjon < 63 µm) (snitt 0-5 cm) for de to ytre stasjonene (SV2 og SV3) analysert ved NIVAs laboratorium (**Vedlegg 6.2.3**).

2.2.4 Bedømming av miljøtilstand

Klif har fastsatt kriterier for klassifisering av miljøkvalitet basert på innhold av forurensede forbindelser i sedimenter (**Tabell 2**). Systemet opererer med fem tilstandsklasser som spenner fra lave konsentrasjoner på bakgrunnsnivå (klasse I) til svært dårlig (klasse V). Klassifiseringen av sedimenter bygger på antatte nivåer for kroniske og akutte toksiske effekter på sedimentlevende organismer. Innholdet i sedimentene i Sandvikkdalsfjorden er klassifisert i henhold til grenseverdiene i denne veilederen.

Tabell 2. Klifs klassifisering av miljøtilstand ut fra innhold av metaller i sedimenter oppgitt på tørrvektsbasis (Bakke m. fl. 2007).

Parametere	Tilstandsklasser				
	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
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

For klassifisering av tilstand etter organisk innhold i sediment benyttes SFT veileder 97:03 (Molvær m. fl. 1997). I henhold til denne standarden må TOC-verdiene korrigeres for sedimentets innhold av finstoff (% <63µm, dvs. leire og silt) forut for klassifisering. Dette gjøres ved at prøven standardiseres for teoretisk 100 % finstoff etter formelen:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18 (1-F)$$

hvor F er lik andelen finstoff.

TOC benyttes som et supplement til faunadataene, men inngår ikke i klassifiseringen av økologisk tilstand. Klassegrensene i **Tabell 3** oppgis for å gi et inntrykk av graden av organisk belastning. Systemet opererer med fem tilstandsklasser som spenner fra meget god (klasse I) til meget dårlig (klasse V).

Tabell 3. Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment. Karbonverdiene er korrigert for innhold av finstoff forut for klassifiseringen (Molvær m. fl. 1997).

Parameter	Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment				
	V Meget dårlig	IV Dårlig	III Mindre god (moderat)	II God	I Meget god
Organisk karbon (mg/g)	<41	34-41	27-34	20-27	<20

2.3 Bunnfauna

2.3.1 Prøvetaking og opparbeiding

Bløtbunnsfauna ble innsamlet ved de to ytterste stasjonene (SV2 og SV3) og ikke ved den innerste stasjonen (SV1) hvor sedimentene var svært sandige.

Bløtbunnsfauna er virvelløse dyr over 1 mm (makroinvertebrater) som lever i eller på bløtbunn. Fordi bløtbunnsfauna er relativt stasjonær og langlevende, og ofte gjennomgår sensitive stadier i sin livssyklus, benyttes de som indikator på miljøforandringer. Undersøkelser av bløtbunnsamfunn inngår derfor rutinemessig i overvåking av miljøtilstanden i marine miljøer. Artsmangfold og fordeling av sensitive og tolerante arter forteller noe om miljøtilstanden på en lokalitet, og på grunnlag av artssammensetningen kan det beregnes ulike indekser som brukes til å klassifisere den økologiske tilstanden.

Midtre Sandvikdalsfjord (SV2)

Det ble tatt to bløtbunnsfauna-prøver i midtre (SV2) Sandvikdalsfjord på 44 m vanddyb. Det var bløtt sediment og grabbene ble fulle. Det ble blant annet observert sjømus, skjell, snegler, pelikanfotsnegl, slangestjerner og børstemarker. Det var ingen lukt av prøvene.

Ytre Sandvikdalsfjord (SV3)

Det ble tatt to bløtbunnsfauna-prøver i ytre (SV3) Sandvikdalsfjord på 59 m. Det var bløtt sediment og grabbene ble fulle. Det ble blant annet observert sjømus, skjell, slangestjerner og børstemarker deriblant en stor rosa art. Det var ingen lukt av prøvene.

Bløtbunnsprøvene ble tatt med en van Veen grabb med prøvetakingsareal på 0,1 m². Hver grabbprøve ble kontrollert for å se etter forstyrrelse av sedimentet, og gitt en visuell beskrivelse av sedimentets karakter (farge, lukt, konsistens). Farge på overflatesedimentet ble bestemt i henhold til Munsell fargekart som viser til fargekode for jord og sedimenter. Det ble spesielt kontrollert for sverting og lukt av hydrogensulfid (H₂S) i sedimentet. Sedimentvolum ble målt til nærmeste cm fylling i grabben og deretter ble prøven vasket forsiktig gjennom sifter med henholdsvis 5 mm og 1 mm runde hull. Sikterestene ble så konserverte i en 4-10 % formalinløsning nøytralisert med boraks og tilsatt fargestoffet bengalrosa for å gjøre sorteringen lettere.

Metodikk for innsamling og opparbeiding av faunaprøvene fulgte ISO 16665 (Water quality-Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna, 2005), og ble utført i henhold til NIVAs interne akkrediterte prosedyrer.

Sikterestene ble grovsortert i hovedgrupper ved NIVAs biologilaboratorium, og lagt over på 80-100 % sprit. All bunnfauna ble artsidentifisert til lavest mulig taksonomiske nivå, og alle individer av hver art ble talt. Sortering og identifisering ble utført i henhold til ISO 16665 og NIVAs interne akkrediterte prosedyrer.

2.3.2 Bedømming av tilstand

Bunnfaunaen karakteriseres ved total antall arter, total antall individer og artssammensetning. På grunnlag av artslistene beregnes indekser for artsmangfold og ømfintlighet. Følgende indekser ble benyttet:

- artsmangfold ved Shannon-Wiener indeksen H' (\log_2) og Hurlberts diversitetsindeks ES_{100} (forventet antall arter per 100 individer)
- ømfintlighet ved indeksen ISI
- kvalitetsindeksene NQI1 og NQI2, sammensatte indekser som kombinerer både artsmangfold og ømfintlighet

Indeksverdiene ble beregnet for hver grabbprøve og videre ble stasjonens middelverdi beregnet og brukt til tilstandsklassifisering. Klassifiseringen ble utført i henhold til veileder 01:2009 (Klassifisering av miljøtilstand i vann). Klassifiseringssystemet opererer med fem tilstandsklasser som spenner fra svært god (klasse I) til svært dårlig (klasse V). Det anbefales i veilederen å vektlegge NQI1 (Norwegian Quality Index) siden denne er interkalibrert mellom flest land. Klassegrensene for alle indeksene er gitt i **Tabell 4**.

Tabell 4. Oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene som benyttes for klassifisering av økologisk tilstand på grunnlag av bløtbunnsfauna (fra veileder 01:2009).

Indeks	Type indeks	Økologiske tilstandsklasser basert på bunnfauna i sediment					Referanseverdi
		V Svært dårlig	IV Dårlig	III Moderat	II God	I Svært god	
NQI1	Sammensatt	<0,31	0,31-0,49	0,49-0,63	0,63-0,72	>0,72	0,78
NQI2	Sammensatt	<0,20	0,20-0,38	0,38-0,54	0,54-0,65	>0,65	0,73
H'	Artsmangfold	<0,9	0,9-1,9	1,9-3,0	3,0-3,8	>3,8	4,4
ES_{100}	Artsmangfold	<5	5-10	10-17	17-25	>25	32
ISI	Ømfintlighet	<4,2	4,2-6,1	6,1-7,5	7,5-8,4	>8,4	9

3. Resultater

3.1 Analyser av bunnsedimenter

Analyseresultater av sedimenter som ble samlet inn i Sandviktalsfjorden (**Tabell 5**). Alle rådataene befinner seg i **Vedlegg 6.2**.

Tabell 5. Analyseresultater av sedimentene som ble innsamlet i indre (SV1), midtre (SV2) og ytre (SV3) Sandviktalsfjord oppgitt på tørrvektsbasis (t.v.). Tabellen er gitt i fargekoder i henhold til Klifis klassifiseringssystem **Tabell 2**.

Område		Indre Sandviktalsfjord				Midtre Sandviktalsfjord				Ytre Sandviktalsfjord			
Stasjon		SV1				SV2				SV3			
Snitt (cm)		0-2		2-5		0-2		2-5		0-2		2-5	
Prøve nr.		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Parametere													
Tørrstoff (TTS)	%	69	70	67	75	22	23	33	28	27	25	32	32
Glødetap (SGR)	% t.v.	1,8	2,3	3,6	0,93	13	8,6	12	12	12	11	9,9	6,1
Kornstørrelse (<63 µm)	% t.v.	6	5	5	4	79	88	86	87	71	73	74	76
Total nitrogen (TN)	g/100g t.v.	0,1	0,057	0,13	0,08	0,73	0,57	0,18	0,19	0,13	0,17	0,17	0,18
Totalt organisk karbon (TOC)	% t.v.	0,8	0,5	1,9	0,6	3,1	3,1	3,2	3,1	2,5	2,5	2,6	2,6
Fosfor (P)	mg/kg t.v.	470	450	410	440	940	700	560	750	640	640	530	550
Kadmium (Cd)	mg/kg t.v.	0,047	0,036	0,056	0,052	0,072	0,054	0,11	0,094	0,054	0,069	0,065	0,067
Krom (Cr)	mg/kg t.v.	3,8	2,4	3,0	3,3	30	24	22	25	20	21	20	20
Kobber (Cu)	mg/kg t.v.	4,6	3,1	5,0	4,9	19	16	29	20	14	13	13	14
Kvikksølv (Hg)	mg/kg t.v.	0,034	0,017	0,026	0,029	0,203	0,071	0,132	0,226	0,152	0,052	0,125	0,118
Nikkel (Ni)	mg/kg t.v.	3,3	2,6	4,2	2,8	24	19	19	28	21	21	22	22
Bly (Pb)	mg/kg t.v.	7,0	5,5	11	6,1	64	43	50	38	31	32	33	33
Sink (Zn)	mg/kg t.v.	16	<15	18	16	55	48	70	68	54	52	52	57

3.2 Metaller

Tilstanden i sedimentene var god (klasse II) eller bedre (bakgrunnsnivå, klasse I) ved alle de tre stasjonene (**Tabell 5**). Det ble påvist lave verdier (bakgrunnsnivå, klasse I) av kadmium, krom, kobber, nikkel og sink i sedimentene ved samtlige stasjoner. I midtre (SV2) Sandviktalsfjord ble den ene sedimentprøven klassifisert som god med hensyn til kvikksølv i overflatesnittet (0-2 cm) og på bakgrunnsnivå i snittet under (2-5 cm), mens det motsatte ble funnet i den andre prøven. I både midtre (SV2) og ytre (SV3) Sandviktalsfjord var tilstanden god med hensyn til bly i både øvre (0-2 cm) og nedre (2-5 cm) snitt.

3.3 Organisk materiale

3.3.1 Glødetap

Glødetapet (SGR) gir indirekte uttrykk for sedimentets innhold av organisk materiale, og utgjorde 0,93-3,6 % av tørrvekten (t.v.) i indre (SV1), 8,6-13 % i midtre (SV2) og 6,1-12 % i ytre (SV3) Sandviktalsfjord (**Tabell 5**).

3.3.2 Fosfor

Innholdet av fosfor i sedimentene var lavt på alle stasjonene, det varierte mellom 410-470 mg/kg t.v. på indre (SV1), 560-940 mg/kg t.v. på midtre (SV2) og 530-640 mg/kg t.v. på ytre (SV3) stasjon (**Tabell 5**). Vanlige verdier for fosfor i marine sedimenter er 0,7-1,3 % (fra NIVAs database), og tilstanden kan derfor anses som god.

3.3.3 Nitrogen

Innholdet av total nitrogen i sedimentet varierte mellom 0,057-0,13 (g/100g t.v.) i indre (SV1), 0,18-0,73 (g/100g t.v.) i midtre (SV2) og 0,13-0,18 (g/100g t.v.) i ytre (SV3) Sandvikdalsfjord (**Tabell 5**). Total nitrogen var således lavest på SV1, og høyest på SV2. Innholdet av total nitrogen ligger normalt på 1/8-1/9 av TOC. Kun SV2 (0-2 cm snitt) hadde innhold av nitrogen vesentlig høyere enn 1/8 av TOC (1/4-1/5 av TOC).

3.3.4 Total organisk karbon

Total organisk karbon (TOC) og tørrstoff (TTS) ble analysert for separate snitt på 0-1 cm og kornfordeling (andel finfraksjon < 63 µm) på 0-5 cm snitt fra de to ytre stasjonene (SV2 og SV3) som vist i **Tabell 6**. Dette ble, som tidligere beskrevet, utført for å tilfredsstille krav til prøvetaking i henhold til ISO16665 slik at resultatene kunne benyttes for tilstandsklassifisering av organisk innhold.

Tabell 6. Organisk materiale i indre (SV1), midtre (SV2) og ytre (SV3) Sandvikdalsfjord. Innhold av tørrstoff (TTS) og total organisk karbon (TOC) fra øvre 0-1 cm, og kornstørrelse (finfraksjon < 63 µm) fra øvre 0-5 cm i sedimentet. TOC63 er organisk karbon i sedimenter korrigert for andel finstoff. Fargekoder er gitt i henhold til **Tabell 3**.

Område	Indre Sandvikdalsfjord	Midtre Sandvikdalsfjord	Ytre Sandvikdalsfjord
Parametere	SV1*	SV2	SV3
Tørrstoff (TTS, %)	69,5	33,2	34,3
TOC (% t.v.)	0,65	3,21	2,8
Korn < 63µm (% t.v.)	5	87	73
TOC63	17,66	5,55	7,66
Karbon/ Nitrogen(C/N)**	8,26	4,77	16,67

*For SV1 er tørrstoff og TOC fra snitt 0-2 cm, og kornfordeling er middelerdi av snittene 0-2 cm og 2-5 cm.

C/N-forholdet er beregnet på grunnlag av verdiene fra **Tabell 5.

Innhold av organisk karbon ligger vanligvis på rundt 1-5 % i marine sedimenter. Innhold av TOC i sedimenter vil normalt være høyere i finkornet enn i grovt sediment, og vil derfor justeres for innhold av finstoff forut for tilstandsklassifisering.

Den indre (SV1) stasjonen lå veldig grunt (6,5 m) og hadde grovt, sandig sediment (kun 5 % finstoff). TOC i sedimentet var tilsvarende lavt (0,65 %), men TOC justert for innhold av finstoff (TOC63) var den høyeste av alle stasjonene (17,66 %). Tilstand i henhold til SFTs veileder 97:03 for organisk innhold i sedimentene var meget god (klasse I). Den midtre (SV2) stasjonen hadde finkornet sediment med høyt innhold av leire og silt (87 %). Innhold av TOC i sedimentet var 3,21 % av tørrvekt, korrigert for innhold finstoff var det 5,55 %. Dette tilsvarer meget god tilstand (klasse I). Den ytterste (SV3) stasjonen hadde noe grovere sediment enn den midtre (SV2), med andel leire og silt på 73 %. TOC var 2,8 % og korrigert for finstoff var det 7,66 %. Dette tilsvarer meget god tilstand (klasse I).

3.3.5 Karbon/nitrogen forhold

Forholdstallet mellom karbon og nitrogen i sedimentet (C/N-forholdet) gir en indikasjon på om det organiske materialet er av terrestrisk eller marin opprinnelse. Lave C/N-verdier som ved indre (SV1) og midtre (SV2) Sandvikdalsfjord (C/N var henholdsvis 8,26 og 4,77) indikerer at det organiske innholdet i sedimentet har opprinnelse fra planteplankton (**Tabell 6**). Dette ble, som tidligere beskrevet, utført for å tilfredsstille krav til prøvetaking i henhold til ISO 16665 slik at resultatene kunne benyttes for tilstandsklassifisering av organisk materiale. Høyere verdier (> 10) som ved ytre (SV3) fjord, indikerer tilførsler av plantemateriale fra land og detritusmateriale fra bentiske makrolager (tang og tare).

3.4 Bunnfauna

Resultatene fra bunnprøvene viser at det var en relativt artsrik bunnfauna i både midtre (SV2) og ytre (SV3) Sandvikdalsfjord (**Tabell 7**). Artsmangfoldet var høyt, og det var innslag av arter fra alle de store taksonomiske gruppene (flerbørstemark, muslinger, krepsdyr og pigghuder) (for fullstendige artslistene se **Vedlegg 6.1.1**). Flerbørstemark var dominerende gruppe både i forhold til antall individer og antall arter. Den økologiske tilstanden karakteriseres som svært god (klasse I) på begge stasjonene (**Tabell 4**).

Tabell 7. Antall arter og individer per grabbprøve, og indeksene NQI1 og NQI2 (norske kvalitetsindekser); H' (\log_2) (Shannon-Wiener diversitetsindeks), ES_{100} (Hurlberts diversitetsindeks; forventet antall arter per 100 individer) og ISI (norsk ømfintlighetsindeks) per grabbprøve (0,1 m²) i midtre (SV2) og ytre (SV3) Sandvikdalsfjord. I tillegg oppgis indeksverdier for kumulerte stasjonsdata (per 0,2 m²), og det totale antall arter og individer funnet på hver stasjon, samt indeksenes stasjonsvise middelvei som brukes til tilstandsklassifisering. NQI1 er vektlagt ved klassifiseringen i henhold til veileder 01:2009. Fargekoder er gitt i henhold til **Tabell 4**.

Stasjon	Arter	Individer	NQI1	NQI2	H'	ES_{100}	ISI
Midtre Sandvikdalsfjord							
SV2-I	41	206	0,72	0,69	4,48	30,1	8,81
SV2-II	51	191	0,74	0,71	4,83	37,5	8,39
Sum SV2	61	397	0,73	0,71	4,82	34,35	9,04
Middelvei SV2			0,73	0,70	4,66	33,8	8,60
Ytre Sandvikdalsfjord							
SV3-I	40	140	0,74	0,73	4,80	35,0	9,42
SV3-II	51	254	0,73	0,71	4,78	34,1	8,87
Sum SV3	61	394	0,74	0,73	4,97	35,51	9,08
Middelvei SV3			0,73	0,72	4,79	34,6	9,14

I midtre (SV2) fjord ble det funnet flere individer av den sensitive arten *Brissopsis lyrifera* (sjømus) som er en større art som graver i sedimentet og som er viktig for utveksling av vann og oksygen ned i sedimentet. Videre ble det også funnet flere individer av slangestjernen *Amphiura chiajei*, som gjerne blir borte i svært påvirkede sedimenter. Den mest tallrike arten var flerbørstemarken *Polycirrus medusa*, som er en art som er sensitiv for forurensning (**Tabell 8**). Også børstemarkene *Magelona minuta* og *Abyssoninoe hibernica* er ansett som sensitive arter. Det var imidlertid også høy forekomst av enkelte opportunistiske/tolerante børstemarkarter som *Paramphinome jeffreysii* og *Chaetozone setosa*, samt slimorm (Nemertea), hvilket trekker tilstandsklassifiseringen noe ned. Dette er arter som øker ved organisk beriking.

De vanligste artene i ytre (SV3) fjord var i hovedsak de samme som i midtre (SV2) fjord (**Tabell 8**), men det var et større innslag av gravende pigghuder som slangestjernen *Amphiura chiajei* og sjømus (både *Brissopsis lyrifera* og *Echinocardium flavescens*). Den mest tallrike arten var slimorm (Nemertea), som er en tolerant art. Det ble funnet flere arter på SV3 enn på SV2, og artsmangfoldet var noe høyere. Også de øvrige indeksene hadde noe høyere verdier for SV3 enn for SV2.

Tabell 8. Liste over de ti mest tallrike artene funnet ved midtre (SV2) og ytre (SV3) Sandvikdalsfjord.

Gruppe	Art	SV2	Gruppe	Art	SV3
Flerbørstemark	<i>Polycirrus medusa</i>	63	Slimorm	<i>Nemertea indet</i>	44
Flerbørstemark	<i>Prionospio fallax</i>	39	Flerbørstemark	<i>Prionospio fallax</i>	40
Slimorm	<i>Nemertea indet</i>	31	Flerbørstemark	<i>Polycirrus medusa</i>	25
Flerbørstemark	<i>Magelona minuta</i>	29	Flerbørstemark	<i>Abyssoninoe hibernica</i>	25
Flerbørstemark	<i>Abyssoninoe hibernica</i>	20	Flerbørstemark	<i>Chaetozone setosa</i>	24
Flerbørstemark	<i>Scalibregma inflatum</i>	20	Slangestjerne	<i>Amphiura chiajei</i>	24
Flerbørstemark	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	14	Flerbørstemark	<i>Magelona minuta</i>	20
Flerbørstemark	<i>Chaetozone setosa</i>	12	Flerbørstemark	<i>Spiophanes kroyeri</i>	17
Snegle	<i>Cylichna cylindracea</i>	12	Musling	<i>Kurtiella bidentata</i>	9
Flerbørstemark	<i>Diplocirrus glaucus</i>	11	Flerbørstemark	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	8

4. Vurdering av resultatene

4.1 Metaller

Det var generelt lave konsentrasjoner av miljøgifter i Sandvikdalsfjorden og tilstanden var god (klasse II) for bly og kvikksølv, og på bakgrunnsnivå (klasse I) for kadmium, kobber, krom, nikkel og sink ved samtlige stasjoner.

Det har i perioden 1995 til 2012 vært en forbedring i sedimentene med hensyn til kadmium, kobber, nikkel og sink i Sandvikdalsfjorden hvor tilstanden har gått fra å være god (klasse II) til å ligge på bakgrunnsnivå (klasse I) ved de to ytterste områdene. I 1995 var innholdet av krom ved bakgrunnsnivå (klasse I) mens innholdet av bly, kadmium, kobber, kvikksølv, nikkel og sink hadde god tilstand (klasse II) i de øvre 4 cm av sedimentene ved midtre (SV2) og ytre (SV3) område (Andersen 1996).

I 1995 lå blyinnholdet i de øvre 4 cm på 37 mg/ kg t.v. i midtre (SV2) fjord og 32 mg/kg t.v. i ytre (SV3) fjord som tilsvarte god tilstand (klasse II). Konsentrasjonen av kadmium var 0,46 mg/ kg t.v. i midtre (SV2) område og 0,40 mg/kg t.v. i ytre (SV3) område som viste til god tilstand (klasse II). Kvikksølvinnholdet var 0,28 mg/ kg t.v. på den midtre (SV2) stasjonen som representerte god tilstand (klasse II) og 0,14 mg/kg t.v. ved den ytre (SV3) stasjonen som tilsvarte bakgrunnsnivå (klasse I). Konsentrasjonen av sink var 155 mg/ kg t.v. i midtre (SV2) fjord som medførte god tilstand (klasse II) og 111 mg/kg t.v. i ytre (SV3) fjord som tilsvarte bakgrunnsnivå (klasse I). Videre var nikkelinnholdet 35 mg/ kg t.v. i midtre (SV2) område og 30 mg/kg t.v. i ytre (SV3) område som ga god tilstand (klasse II). Nivået av krom var 17 mg/ kg t.v. ved den midtre (SV2) stasjonen og 14 mg/kg t.v. ved den ytre (SV3) stasjonen som begge hadde konsentrasjoner på bakgrunnsnivå (klasse I). Kobberinnholdet lå på 35 mg/ kg t.v. i midtre (SV2) fjord som tilsvarte nedre grense for god tilstand (klasse II) og 20 mg/kg t.v. i ytre (SV3) fjord som viste til bakgrunnsnivå (klasse I).

4.2 Organisk materiale

Det organiske innholdet i øvre sjikt av sedimentene (snitt 0-1 cm og 1-2 cm i 1995 og parallelle snitt 0-2 cm i 2012) har i all hovedsak gått ned sammenlignet med 1995 (Andersen 1996). Glødetapet var rundt 16 % på den midtre (SV2) stasjonen og 12-13 % på den ytre (SV3) stasjonen i 1995, sammenlignet med henholdsvis 8,6-13 % på SV2 og 11-12 % på SV3 i 2012. TOC var redusert fra 5-5,5 % til 3,1 % på SV2, og fra 4,3-4,4 % til 2,8 % på SV3. Også innholdet av nitrogen og fosfor i sedimentet var lavere ved denne undersøkelsen enn i 1995, med unntak av innhold av nitrogen som midt i Sandvikdalsfjorden (SV2) hadde økt fra ~0,4 % til 0,57-0,73 % (**Tabell 5**).

Alle stasjonene hadde TOC-verdier (korrigert for innhold av finstoff) under 20, og dette ga meget god tilstand (klasse I) (**Tabell 6**). De øvrige parameterne for organisk innhold i sedimenter lå innenfor normalområdet for marine sedimenter. Vi anser bunnforholdene ved de undersøkte stasjonene i Sandvikdalsfjorden som gode, og resultatene gir ingen indikasjoner på at området er særlig utsatt for organisk beriking.

4.3 Bunnfauna

Resultatene viste at den økologiske tilstanden var svært god (klasse I) både i midtre (SV2) og ytre (SV3) Sandvikdalsfjord. Vannforekomsten tilfredstiller altså Vannforskriftens krav til minimum god økologisk tilstand (klasse II). Kun to replikate prøver fra hver stasjon var imidlertid litt lite for denne type undersøkelse og gir i utgangspunktet et noe spinkelt datagrunnlag for klassifisering. Resultatene var imidlertid såpass entydige at vi setter lit til klassifiseringen.

Vi vil gjøre oppmerksom på at klassegrensen mellom tilstanden god (klasse II) og svært god (klasse I) for NQI1 vil bli hevet fra 0,72 til 0,82 etter interkalibrering med Sverige, og de øvrige indeksenes klassegrenser vil heves deretter. I henhold til de nye klassegrensene som vil komme i den reviderte utgaven av klassifiseringsveilederen, ville altså begge stasjonene ha fått tilstanden god (klasse II) i stedet for svært god (klasse I).

5. Referanser

Bakke T, Breeveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Veileder, Statens forurensningstilsyn nå Klif), TA-2229/2007. 10 s.

Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.

Molvær, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veileder 97:03.

Schøyen M, Håvardstun J, Øxnevad S, Allan I, Næs K. 2010. Overvåking av miljøgifter i Kristiansandsfjorden i 2010. Undersøkelse av blåskjell, taskekrabber og passive prøvetakere i vann. NIVA rapport 6089-2010. 167 s.

Schøyen, M., Håvardstun, J., Øxnevad, S., Allan, I. 2012. Overvåking av miljøgifter i Kristiansandsfjorden i 2011. Undersøkelse av blåskjell, torsk og vann. NIVA O-10265. NIVA-rapport, L. nr. 6364-2012. 169 s. ISBN 978-82-577-6099-1.

Technical Committee ISO/TC 147, *Water quality*, Subcommittee SC5, *Biological methods*, 2005. Internasjonal Standard ISO 16665 (Water quality. Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna).

6. Vedlegg

6.1 Prøvetaking og bunnforhold

6.1.1 Komplette artslister (bløtbunnsfauna)

Oversikt over alle arter og antall individer i hver av de to prøvene fra stasjonene i midtre (SV2) og ytre (SV3) Sandvikdalsfjord.

Gruppe	Familie	Art	SV2-I	SV2-II	SV3-I	SV3-II
HYDROZOA		<i>Hydroidolina indet</i>		3		
PLATYHELMINTHES		<i>Turbellaria indet</i>		1		
NEMERTEA		<i>Nemertea indet</i>	17	14	13	31
POLYCHAETA	Amphinomidae	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	12	2	1	7
POLYCHAETA	Aphroditidae	<i>Aphrodita aculeata</i>				1
POLYCHAETA	Polynoidae	<i>Enipo kinbergi</i>				1
POLYCHAETA	Polynoidae	<i>Gattyana amondseni</i>	1			
POLYCHAETA	Phyllodocidae	<i>Eumida bahusiensis</i>				1
POLYCHAETA	Pholoidae	<i>Pholoe baltica</i>	5	3	1	1
POLYCHAETA	Pholoidae	<i>Pholoe pallida</i>		1		1
POLYCHAETA	Hesionidae	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	1	2		
POLYCHAETA	Hesionidae	<i>Podarkeopsis helgolandica</i>			1	
POLYCHAETA	Pilargidae	<i>Glyphohesione klatti</i>	1			
POLYCHAETA	Syllidae	<i>Exogone (Parexogone) hebes</i>	2	1		
POLYCHAETA	Nephtyidae	<i>Nephtys incisa</i>	1	1	3	1
POLYCHAETA	Glyceridae	<i>Glycera alba</i>	1	1	1	
POLYCHAETA	Glyceridae	<i>Glycera unicornis</i>			1	1
POLYCHAETA	Lumbrineridae	<i>Abyssoninoe hibernica</i>	10	10	9	16
POLYCHAETA	Dorvilleidae	<i>Ophryotrocha sp.</i>		1		
POLYCHAETA	Orbiniidae	<i>Scoloplos (Scoloplos) armiger</i>		1		
POLYCHAETA	Paraonidae	<i>Levinsenia gracilis</i>	1	2	2	4
POLYCHAETA	Spionidae	<i>Laonice bahusiensis</i>				1
POLYCHAETA	Spionidae	<i>Prionospio cirrifera</i>	1	1		
POLYCHAETA	Spionidae	<i>Prionospio fallax</i>	20	19	9	31
POLYCHAETA	Spionidae	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	1	2		1
POLYCHAETA	Spionidae	<i>Scolelepis korsuni</i>		2	3	3
POLYCHAETA	Spionidae	<i>Spiophanes kroyeri</i>	4	4	8	9
POLYCHAETA	Magelonidae	<i>Magelona alleni</i>		1		
POLYCHAETA	Magelonidae	<i>Magelona minuta</i>	16	13	3	17
POLYCHAETA	Cirratulidae	<i>Caulleriella killariensis</i>	1	2		
POLYCHAETA	Cirratulidae	<i>Chaetozone setosa</i>	6	6	11	13
POLYCHAETA	Cossuridae	<i>Cossura longocirrata</i>				1
POLYCHAETA	Flabelligeridae	<i>Brada villosa</i>			1	1
POLYCHAETA	Flabelligeridae	<i>Diplocirrus glaucus</i>	11		4	3

Gruppe	Familie	Art	SV2-I	SV2-II	SV3-I	SV3-II
POLYCHAETA	Scalibregmidae	<i>Polyphysia crassa</i>			2	2
POLYCHAETA	Scalibregmidae	<i>Scalibregma inflatum</i>	10	10		1
POLYCHAETA	Capitellidae	<i>Heteromastus filiformis</i>	1	2		4
POLYCHAETA	Maldanidae	<i>Micromaldane ornithochaeta</i>		2		
POLYCHAETA	Maldanidae	<i>Praxillella affinis</i>		1		6
POLYCHAETA	Maldanidae	<i>Praxillella praetermissa</i>			1	
POLYCHAETA	Maldanidae	<i>Rhodine loveni</i>		3	2	5
POLYCHAETA	Oweniidae	<i>Galathowenia oculata</i>			1	
POLYCHAETA	Pectinariidae	<i>Pectinaria (Amphictene) auricoma</i>		1		1
POLYCHAETA	Ampharetidae	<i>Amythasides macroglossus</i>		1		
POLYCHAETA	Ampharetidae	<i>Anobothrus gracilis</i>				1
POLYCHAETA	Ampharetidae	<i>Melinna cristata</i>				1
POLYCHAETA	Ampharetidae	<i>Mugga wahrbergi</i>	1			
POLYCHAETA	Ampharetidae	<i>Pterolysippe vanelli</i>		1		3
POLYCHAETA	Terebellidae	<i>Amaeana trilobata</i>	1		1	4
POLYCHAETA	Terebellidae	<i>Paramphitrite tetrabanchia</i>	3		1	
POLYCHAETA	Terebellidae	<i>Polycirrus medusa</i>	34	29	9	16
POLYCHAETA	Trichobranchidae	<i>Terebellides stroemii</i>	6	5	1	5
POLYCHAETA	Trichobranchidae	<i>Trichobranchus roseus</i>	1	2	2	
POLYCHAETA	Sabellidae	<i>Chone sp.</i>		1		
OLIGOCHAETA		<i>Oligochaeta indet</i>		1		1
PROSOBRANCHIA		<i>Gastropoda indet</i>			1	
OPISTOBRANCHIA	Scaphandridae	<i>Cylichna cylindracea</i>	7	5	2	4
CAUDOFOVEATA		<i>Caudofoveata indet</i>				1
BIVALVIA		<i>Bivalvia indet</i>	2			
BIVALVIA	Nuculidae	<i>Ennucula tenuis</i>	3	6	5	1
BIVALVIA	Nuculidae	<i>Nucula sp.</i>		1		4
BIVALVIA	Lucinidae	<i>Myrtea spinifera</i>			4	4
BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Mendicula ferruginosa</i>				1
BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Thyasira flexuosa</i>		2	1	3
BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Thyasira sp.</i>	2	2	5	2
BIVALVIA	Lasaeidae	<i>Kurtiella bidentata</i>	2	1		9
BIVALVIA	Lasaeidae	<i>Tellimya tenella</i>	3	3	5	3
BIVALVIA	Cardiidae	<i>Parvicardium minimum</i>		1		
BIVALVIA	Scrobiculariidae	<i>Abra nitida</i>	5	1	3	5
BIVALVIA	Corbulidae	<i>Corbula gibba</i>	5	3	3	3
BIVALVIA	Cuspidariidae	<i>Cuspidaria obesa</i>	1			
AMPHIPODA	Ampeliscidae	<i>Ampelisca tenuicornis</i>	1	1		
AMPHIPODA	Leucothoidae	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>			1	
AMPHIPODA	Melitidae	<i>Eriopisa elongata</i>	2			
DECAPODA		<i>Braciur larve</i>				1

Gruppe	Familie	Art	SV2-I	SV2-II	SV3-I	SV3-II
DECAPODA		<i>Decapod larve</i>		2	2	
PHORONIDA		<i>Phoronida indet</i>		1		
OPHIUROIDEA		<i>Ophiuroidea juvenil</i>	1			
OPHIUROIDEA	Ophiactidae	<i>Ophiopholis aculeata</i>			1	
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	<i>Amphiura chiajei</i>	1	7	10	14
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	<i>Amphiura filiformis</i>				1
ECHINOIDEA	Brissidae	<i>Brissopsis lyrifera</i>	2	3	2	1
ECHINOIDEA	Loveniidae	<i>Echinocardium flavescens</i>			4	2

6.1.2 Organisk innhold i sedimentene

Organisk innhold i sedimentene fra indre (SV1), midtre (SV2) og ytre (SV3) Sandvikdalsfjord.

Stasjon (parallell, snitt)	Tørrstoff (%) (NS 4764)	Glødetap (%TS) (NS 4764)	Korn <63µm (% t. v.) (Intern)	Tot N (g/100g) (EN 13564-1)	TOC (% t.v.) (EN 13137-A)	Tot P (mg/g TS) (NS EN ISO 11885)
SV1 nr 1 0-2 cm	69	1,8	6	0,10	0,8	470
SV1 nr 2 0-2 cm	70	2,3	5	0,06	0,5	450
SV1 nr 1 2-5 cm	67	3,6	5	0,13	1,9	410
SV1 nr 2 2-5 cm	75	0,93	4	0,08	0,6	440
SV2 nr 1 0-2 cm	22	13	79	0,73	3,1	940
SV2 nr 2 0-2 cm	23	8,6	88	0,57	3,1	700
SV2 nr 1 2-5 cm	33	12	86	0,18	3,2	560
SV2 nr 2 2-5 cm	28	12	87	0,19	3,1	750
SV3 nr 1 0-2 cm	27	12	71	0,13	2,5	640
SV3 nr 2 0-2 cm	25	11	73	0,17	2,5	640
SV3 nr 1 2-5 cm	32	9,9	74	0,17	2,6	530
SV3 nr 2 2-5 cm	32	6,1	76	0,18	2,6	550

6.2 Analyserapporter

6.2.1 SGR, TTS, TOC, TN, P, metaller og kornfordeling

Analyser av glødetap (SGR), tørrstoff (TTS), total organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN), fosfor (P) og metaller ble gjort ved Eurofins laboratorier i Moss, og analyse av kornfordeling (andel finfraksjon < 63 µm) ble utført ved våtsikting på NIVAs laboratorium (snitt 0-2 cm og 2-5 cm) i sedimentene fra indre (SV1) og midtre (SV2) Sandvikkalsfjord.

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

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

ANALYSE RAPPORT



Navn Avfall sør
Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2012-2152

11.02.2013

O.nr. O 12293

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, 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	SV1 nr 1 0-2 cm	2012.06.06	2012.09.03	2012.09.12-2012.11.02
2	SV1 nr 2 0-2 cm	2012.06.06	2012.09.03	2012.09.12-2012.11.02
3	SV1 nr 1 2-5 cm	2012.06.06	2012.09.03	2012.09.11-2012.11.02
4	SV1 nr 2 2-5 cm	2012.06.06	2012.09.03	2012.09.11-2012.11.02
5	SV2 nr 1 0-2 cm	2012.06.06	2012.09.03	2012.09.12-2012.11.02
6	SV2 nr 2 0-2 cm	2012.06.06	2012.09.03	2012.09.11-2012.11.02

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6
Tørrstoff	%	NS 4764	69	70	67	75	22	23
Suspendert gløderest	% TS	NS 4764	1,8	2,3	3,6	0,93	13	8,6
Kornfordeling <63µm	% t.v.	Intern*	6	5	5	4	79	88
Nitrogen, total	g/100 g TS	EN 13564-1						0,57
*								
Nitrogen, total	g/100 g TS	EN 13654-1		0,057	0,13	0,08	0,73	
*								
Nitrogen, total	g/100g TS	EN 13654-1	0,1					
*								
Karbon, org. total	% tv	EN 13137-A	0,8	0,5	1,9	0,6	3,1	3,1
Kadmium	mg/kg TS	NS EN ISO	0,047	0,036	0,056	0,052	0,072	0,054
17294-2								
Krom	mg/kg TS	NS EN ISO	3,8	2,4	3,0	3,3	30	24
17294-2								
Kobber	mg/kg TS	NS EN ISO	4,6	3,1	5,0	4,9	19	16

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr	Metode	1	2	3	4	5	6
17294-2									
Kvikksølv	mg/kg	TS	NS 4768	0,034	0,017	0,026	0,029	0,203	0,071
Nikkel	mg/kg	TS	NS EN ISO	3,3	2,6	4,2	2,8	24	19
17294-2									
Fosfor	mg/kg	TS	NS EN ISO	470	450	410	440	940	700
11885									
Bly	mg/kg	TS	NS EN ISO	7,0	5,5	11	6,1	64	43
17294-2									
Sink	mg/kg	TS	NS EN ISO	16	<15	18	16	55	48
17294-2									

* : Metoden er ikke akkreditert.

Norsk institutt for vannforskning

Marit Villø
Tekniker

6.2.2 SGR, TTS, TOC, TN, P, metaller og kornfordeling

Analysen av glødetap (SGR), tørrstoff (TTS), total organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN), fosfor (P) og metaller ble gjort ved Eurofins laboratorier i Moss, og analyse av kornfordeling (andel finfraksjon < 63 µm) ble utført ved våtsikting på NIVAs laboratorium (snitt 0-2 cm og 2-5 cm) i sedimentene fra midtre (SV2) og ytre (SV3) Sandviktalsfjord.

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

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

**ANALYSE
RAPPORT**

Navn Avfall sør
Adresse

Deres referanse:**Vår referanse:****Dato**

Rekv.nr. 2012-2153
O.nr. O 12293

11.02.2013

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

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakingsdato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	SV2 nr 1 2-5 cm	2012.09.03	2012.09.03	2012.09.11-2012.11.02
2	SV2 nr 2 2-5 cm	2012.09.03	2012.09.03	2012.09.12-2012.11.27
3	SV3 nr 1 0-2 cm	2012.09.03	2012.09.03	2012.09.11-2012.11.27
4	SV3 nr 2 0-2 cm	2012.09.03	2012.09.03	2012.09.11-2012.11.27
5	SV3 nr 1 2-5 cm	2012.09.03	2012.09.03	2012.09.11-2012.11.27
6	SV3 nr 2 2-5 cm	2012.09.03	2012.09.03	2012.09.11-2012.11.27

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6
Tørrstoff	%	NS 4764	33	28	27	25	32	32
Suspendert gløderest	% TS	NS 4764	12	12	12	11	9,9	6,1
Kornfordeling <63µm	% t.v.	Intern*	86	87	71	73	74	76
Nitrogen, total	g/100 g	EN 13564-1 *	0,18	0,19	0,13	0,17		0,18
Nitrogen, total	g/100 g	EN13564-1 *					0,17	
Karbon, org. total	% tv	EN 13137-A	3,2	3,1	2,5	2,5	2,6	2,6
Kadmium 17294-2	mg/kg	TS NS EN ISO	0,11	0,094	0,054	0,069	0,065	0,067
Krom 17294-2	mg/kg	TS NS EN ISO	22	25	20	21	20	20
Kobber 17294-2	mg/kg	TS NS EN ISO	29	20	14	13	13	14
Kvikksølv	mg/kg	TS NS 4768	0,132	0,226	0,152	0,052	0,125	0,118
Nikkel 17294-2	mg/kg	TS NS EN ISO	19	28	21	21	22	22
Fosfor 11885	mg/kg	TS NS EN ISO	560	750	640	640	530	550
Bly	mg/kg	TS NS EN ISO	50	38	31	32	33	33

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6
17294-2 Sink 17294-2	mg/kg	TS NS EN ISO	70	68	54	52	52	57

* : Metoden er ikke akkreditert.

Norsk institutt for vannforskning

Marit Villø
Tekniker

6.2.3 TTS, TOC og kornfordeling

Tørrstoff (TTS), total organisk karbon (TOC) (snitt 0-1 cm) og kornfordeling (andel finfraksjon < 63 µm) (snitt 0-5 cm) analysert ved NIVAs laboratorium i sedimentene fra midtre (SV2) og ytre (SV3) Sandviktalsfjord.

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

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

ANALYSE RAPPORT



Navn Avfall sør
Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2012-2154 v01

11.02.2013

O.nr. O 12293

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, 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	SV2 Sandviktalsfjord	2012.06.06	2012.09.03	2012.09.25-2013.01.22
2	SV3 Sandviktalsfjord	2012.06.06	2012.09.03	2012.09.25-2013.01.22

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2
Tørrstoff	%	B 3	33,2	34,3
Kornfordeling <63µm	% t.v.		87	73
Intern*				
Karbon, org. total	µg C/mg TS	G 6	32,1	28,0

* : Metoden er ikke akkreditert.

Norsk institutt for vannforskning

Marit Villø
Tekniker

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no