

Overvåking av kystvann i vannområde Hardanger 2017



RAPPORT

Hovedkontor

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

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

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

NIVA Region Vest

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

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Tittel Overvåking av kystvann i vannområde Hardanger 2017	Løpenummer 7251-2018	Dato 28.02.2018
Forfatter(e) Anders Ruus, Trond Kristiansen, André Staalstrøm	Fagområde Marin forurensning, Marin biologi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Hardanger, Hordaland	Sider 54 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) DIHVA IKS på vegne av Boliden Odda AS og Tizir Titanium & Iron AS	Oppdragsreferanse Erling Heggøy
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 17147

Sammendrag

Overvåkingen av kystvann i vannområdet Hardanger, 2017 viste følgende: Oksygen ved største sondedyp (her antatt bunnvann) viste svært god tilstand (med forbehold om lavere verdier enda nærmere bunnen) på stasjonene Sør7/2 og Lind1. Siktedypet på disse stasjonene tilsvarte moderat tilstand. Vannregionspesifikke stoffer i vann (metaller; særlig sink) oversteg i mange tilfeller grenseverdien. I blåskjell var det kvikksølv som overskred grenseverdien på stasjonene Søb1 og B1. På stasjonene B1 og B3 var konsentrasjonene av Hg, Cd, Pb, Zn og Cu i 2017 blant de laveste som er observert siden 1980-årene. Ingen konsentrasjoner av fluorid over 300 µg/L kunne observeres i sjøvann.

Fire emneord	Four keywords
1. Sørfjorden-Hardangerfjorden	1. The Sørfjord - Hardangerfjord
2. Overvåking	2. Monitoring
3. Miljøtilstand (økologisk og kjemisk)	3. Water status (ecological and chemical)
4. Vannforekomst	4. Water body

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Anders Ruus
Prosjektleder

Marianne Olsen
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-6986-4
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

**Overvåking av kystvann i vannområde
Hardanger 2017**

Forord

Denne rapporten presenterer gjennomført overvåking av kystvann i vannområde Hardanger 2017.

Overvåkingen er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag av bedriftene Boliden Odda AS og Tizir Titanium & Iron AS. Kontaktpunkt mot oppdragsgiverne har vært Erling Heggøy ved DIHVA IKS. Undersøkelsen har vært et samarbeid med Hardanger miljøsender AS og Anders Ruus har vært prosjektleder på NIVA.

Takk til alle som har bidratt i prosjektet:

- Feltarbeid og opparbeiding av prøver: Siri Moy, Jonny Beyer og Marte Torunn Solhaug Jenssen, samt Frode Høyland, Joar Øygard, Sjur Ystanes og Christel Holtmo ved Hardanger Miljøsender.
- Kalibrering og vedlikehold av måleinstrumenter: Uta Brandt og Medyan Ghareeb m.fl. ved NIVAs instrumentsentral
- Kjemiske analyser: Trine Olsen og Anne Luise Ribeiro m.fl. ved NIVAs laboratorium, og personell ved Eurofins og ALS.
- Kartproduksjon: John Rune Selvik
- Datahåndtering og overføring av data til Miljødirektoratets database Vanmiljø: Jens Vedal og hans kolleger ved seksjon for miljøinformatikk.
- Faglig kvalitetssikring av rapporten er utført av forskningsleder Marianne Olsen.

Oslo, februar 2018

Anders Ruus

Sammendrag

DIHVA IKS utformet et overvåkingsprogram for kystvann i vannområde Hardanger, for 2017-2021, på vegne av bedriftene Boliden Odda AS og Tizir Titanium & Iron AS. Programmet ble godkjent av Miljødirektoratet i brev av 22.12.2016. Programmet for 2017 er utført av NIVA, i samarbeid med Hardanger Miljøsenster.

Det skulle i dette programmet (2017-2021) gjennomføres undersøkelser av følgende kvalitetselementer på bestemte stasjoner i vannforekomstene Sørfjorden indre del (ID 0260040900-1-C), Sørfjorden ytre del (ID 0260040900-2-C) og Samlafjorden (ID 0260040800-C):

I vannsøylen: siktedyp, temperatur, salt, oksygen, metaller og fluorid.

I sjøbunn: Bunnfauna, sedimentkarakteristikk, metaller og PAH i sediment.

I biota: Metaller i fisk (brosme), metaller og PAH i blåskjell.

I 2017 dekket programmet stasjoner i vannforekomstene Sørfjorden indre del (ID 0260040900-1-C) og Sørfjorden ytre del (ID 0260040900-2-C), samt følgende kvalitetselementer:

I vannsøylen: siktedyp, temperatur, salt, oksygen, metaller og fluorid.

I biota: Metaller og PAH i blåskjell.

Biologiske kvalitetselementer er altså ikke evaluert i 2017.

Resultatene av undersøkelsen viste følgende:

Økologisk tilstand ble ikke klassifisert, da det ikke forelå data på biologiske kvalitetselementer. Med hensyn på de fysiske-kjemiske støtteelementene viste oksygen ved største sondedyp (her antatt bunnvann) svært god tilstand (med forbehold om lavere verdier enda nærmere bunnen) på stasjonene SØ7/2 og Lind1. Siktedypet på disse stasjonene tilsvarte moderat tilstand.

Grenseverdier for vannregionspesifikke stoffer og/eller prioriterte stoffer (EU) ble overskredet på flere stasjoner. Sink (Zn) er et vannregionspesifikt stoff som overskred grenseverdiene i vann på samtlige stasjoner. Vedrørende prioriterte stoffer (EU) i vann var det forhøyede konsentrasjoner av bly (Pb) på stasjon SØ7/2 ved noen anledninger, og særlig i april. Målingene utført i prøver tatt på disse tidspunktene trakk årsgjennomsnittet over grenseverdien. Tilstandsklassifisering av konsentrasjonene av metaller i sjøvann viste i hovedsak årlige gjennomsnittskonsentrasjoner i tilstandsklasse II (god tilstand), men unntak for sink på samtlige stasjoner (tilstandsklasse IV, dårlig), for bly på stasjon SØ7/2 (tilstandsklasse III, moderat), og for arsen på stasjon S22Sør (tilstandsklasse III, moderat). Det påpekes at konsentrasjonen av bly på stasjon SØ7/2 i april var en faktor 6-7 høyere enn snittet av de øvrige 11 månedsmålingene. Dersom man ikke hadde hatt april med i beregningen ville grenseverdien ikke vært overskredet og stasjonen ville fått god kjemisk tilstand.

I blåskjell var det kvikksølv (Hg) som overskred grenseverdien på stasjonene SØb1 og B1. På stasjonene B1 (Byrkjenes) og B3 (Tyssedal) var konsentrasjonene av Hg, Cd, Pb, Zn og Cu i 2017 blant de laveste som er observert siden 1980-årene.

Det kunne ikke detekteres konsentrasjoner av fluorid i sjøvann over 300 µg/L.

En samlet oversikt over økologisk (ikke klassifisert) og kjemisk tilstand på de ulike stasjonene i vannforekomstene er som følger: (fargekode angir henholdsvis økologisk og kjemisk tilstand. For økologisk tilstand i moderat eller dårligere er i tillegg det dårligst klassifiserte kvalitetselementet angitt, og for kjemisk tilstand er eventuelle prioriterte stoffer (EU) som overskrider EQS angitt. Klassifisering av økologisk tilstand: Blå=svært god, grønn=god, gul=moderat, oransje=dårlig og rød=svært dårlig, blank=ikke data for å klassifisere økologisk tilstand. Vannregionspesifikke stoffer som overskrider miljøkvalitetsstandardene angis med sort celle med hvit skrift, dersom det ikke er målt biologiske kvalitetselementer for å angi økologisk tilstand. Klassifisering av kjemisk tilstand: Blå=God tilstand, rød=Ikke god tilstand).

Stasjonskode	Vannforekomst	Økologisk tilstand	Kjemisk tilstand
Lind1	Indre Sjørfjorden	Vannregionspesifikke stoffer i vann: Zn (Moderat siktedyp)	
Sø7/2	Indre Sjørfjorden	Vannregionspesifikke stoffer i vann: Zn (Moderat siktedyp)	Prioriterte stoffer (EU) i vann: Pb
S22sør	Indre Sjørfjorden	Vannregionspesifikke stoffer i vann: Zn, As (Moderat siktedyp)	
Søb1	Indre Sjørfjorden		Prioriterte stoffer (EU) i blåskjell: Hg
B1	Indre Sjørfjorden		Prioriterte stoffer (EU) i blåskjell: Hg
B3	Ytre Sjørfjorden		

Summary

Title: Monitoring of coastal waters in the Hardanger River Basin, 2017

Year: 2018

Author: Anders Ruus, Trond Kristiansen, André Staalstrøm

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6986-4

DIHVA IKS designed a monitoring program for coastal water in the Hardanger river basin for 2017-2021, on behalf of the companies Boliden Odda AS and Tizir Titanium & Iron AS. The program was approved by the Norwegian Environment Agency in a letter of 22.12.2016. The program for 2017 was carried out by NIVA, in collaboration with Hardanger Miljøsenster.

In this program (2017-2021), measurements of the following quality elements should be carried out at certain stations in the water bodies Sjørfjorden inner part (ID 0260040900-1-C), Sjørfjorden outer part (ID 0260040900-2-C) and Samlafjorden (ID 0260040800-C):

In the water column: Secchi depth, temperature, salinity, oxygen, metals and fluoride.

On the sea bottom: Benthic fauna and sediments habitat characteristics, metals and PAHs in sediment.

In biota: Metals in fish (tusk), metals and PAHs in mussels.

In 2017, the program comprised stations in the water bodies Sjørfjorden inner part (ID 0260040900-1-C) and Sjørfjorden outer part (ID 0260040900-2-C), as well as the following quality elements:

In the water column: Secchi depth, temperature, salinity, oxygen, metals and fluoride.

In biota: Metals and PAHs in mussels.

Biological quality elements were not evaluated in 2017.

The results showed the following:

Ecological status was not classified as there were no data on biological quality elements. With regard to the physico-chemical support elements, oxygen at the deepest probe depth (here regarded as bottom water) showed very good condition (with the reservation that lower oxygen concentrations may exist even closer to the bottom) at Sjø7/2 and Lind1 stations. The secchi depth at these stations corresponded to moderate condition.

Quality standards for river basin specific substances and/or priority substances (EU) were exceeded at several stations. Zinc (Zn) is a river basin specific substance that exceeded the quality standard in water at all stations. Regarding priority substances (EU) in water, there were elevated concentrations of lead (Pb) at station Sjø7/2 on some occasions, and especially in April. The measurements performed in samples taken at these times pulled the annual average above quality standard. Condition classification of the concentrations of metals in seawater showed mainly annual average concentrations in class II (good condition), except for zinc at all stations (condition class IV, bad), for lead at station Sjø7/2 (class III, moderate) and for arsenic at station S22Sør (class III, moderate). It is pointed out that the concentration of lead at station Sjø7/2 in April was a factor of 6-7 higher than the mean of the other 11 monthly measurements. If April is omitted from the calculation, the quality standard would not have been exceeded and the station would show good chemical condition.

In mussels, mercury (Hg) exceeded the quality standard at stations Sjøb1 and B1. At the stations B1 (Byrkjenes) and B3 (Tyssedal), the concentrations of Hg, Cd, Pb, Zn and Cu in 2017 were among the lowest observed since the 1980s.

Concentrations of fluoride in seawater above 300 µg/L could not be detected.

An overview of ecological (not classified) and chemical status at the different stations in the different water bodies is as follows: (colour codes indicate ecological and chemical status, respectively. For moderate or worse ecological status, the quality element that was most poorly classified is mentioned, and for chemical status, any of the EU priority substances that exceed EQS are also mentioned. Classification of ecological status: Blue=very good, green=good, yellow=moderate, orange=poor and red=very poor, blank=data not available to classify ecological status. River basin specific pollutants that exceeded the quality standards are indicated with black cell and white letters, if biological quality elements are not measured to indicate ecological status. Classification of chemical status: Blue=Good status, red=not good status).

Station	Water body	Ecological status	Chemical status
Lind1	Inner Sjørfjorden	River basin spec. pollut. in water: Zn (Moderate secchi depth)	
Sø7/2	Inner Sjørfjorden	River basin spec. pollut. in water: Zn (Moderate secchi depth)	EU priority subst. in water: Pb
S22sør	Inner Sjørfjorden	River basin spec. pollut. in water: Zn, As (Moderate secchi depth)	
Søb1	Inner Sjørfjorden		EU priority subst. in blue mussel: Hg
B1	Inner Sjørfjorden		EU priority subst. in blue mussel: Hg
B3	Outer Sjørfjorden		

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	5
Summary	7
1 Innledning	10
1.1 Bakgrunnsinformasjon om området og virksomhetene	12
1.2 Vannforekomstene	15
1.3 Utslippspunkter, stasjonsvalg og andre kilder til forurensninger i vannforekomsten.....	15
2 Materiale og metoder	21
2.1 Overvåkingsprogrammet.....	21
2.2 Prøvetakingsmetodikk.....	22
2.2.1 Vann	22
2.2.2 Biota	23
2.3 Analysemetoder.....	24
2.3.1 Vann	24
2.3.2 Biota	25
2.4 Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand.....	25
2.4.1 Vannregionspesifikke stoffer og prioriterte stoffer (EU).....	28
3 Resultater.....	29
3.1 Økologisk tilstand.....	29
3.1.1 Biologiske kvalitetselementer.....	29
3.1.2 Fysisk-kjemiske kvalitetselementer.....	29
3.1.3 Vannregionspesifikke stoffer	32
3.2 Kjemisk tilstand.....	35
3.3 Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner.....	38
3.4 Fluorid i sjøvann.....	40
3.5 Tidstrender og andre betraktninger.....	40
3.5.1 Hydrografi.....	40
3.5.2 Metaller i vann.....	41
3.5.3 Metaller i biota.....	45
3.5.4 PAH i biota	50
4 Oppsummering og konklusjoner	52
5 Referanser	53
6 Vedlegg	55

1 Innledning

Ved implementeringen av vannforskriften har alle vannforekomster i Norge fått konkrete og målbare miljømål, ved at minimum «god tilstand» skal oppnås. Vannforskriften har som mål å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette tiltak for at miljømålene nås.

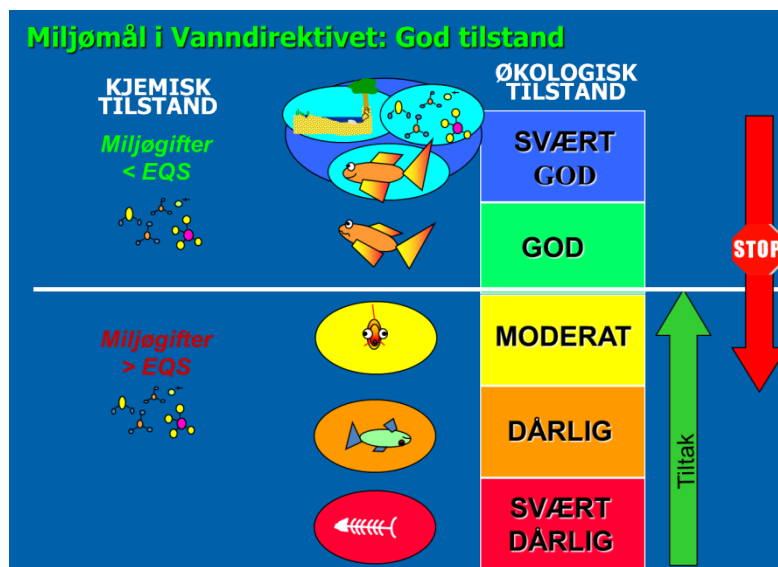
Fundamentalt i vannforskriften er at det foretas en karakterisering og klassifisering av vannforekomstene. Karakteriseringen inndeler vannforekomster i vanntyper, identifiserer belastninger og miljøvirkninger av belastningene, mens klassifiseringen definerer den faktiske tilstanden i en vannforekomst.

Kjemisk tilstand fastsettes ut fra grenseverdier for EUs liste over prioriterte stoffer, der tilstanden angis som ikke god dersom en eller flere av disse prioriterte stoffene overskrider grenseverdier som er satt for hvert stoff (Environmental Quality Standards – EQS).

Økologisk tilstand for vannforekomsten beregnes ved kombinasjon av parametere/ indekser for de forskjellige kvalitetselementene det finnes data for. For beregning av økologisk tilstand inngår biologiske kvalitetselementer (f.eks. bunnfauna), generelle fysisk-kjemiske støtteparametere (f.eks. næringsalter), hydromorfologiske støtteparametere (f.eks. vannføring) og vannregionspesifikke stoffer (dvs. kjemiske forbindelser som potensielt kan skade vannmiljøet, men som ikke står på EUs liste over prioriterte stoffer).

Dersom kjemisk og/eller økologisk tilstand ikke er god er miljømålet ikke oppnådd og tiltak må gjennomføres.

Disse prinsippene er illustrert i Figur 1.



Figur 1. Prinsippskisse for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand. Se tekst for nærmere forklaring.

For å fastslå tilstanden til en vannforekomst er det i vannforskriften lagt føringer for forvaltningen i forhold til overvåkingen, og det opereres med tre ulike overvåkingsstrategier: basisovervåking, tiltaksorientert overvåking og problemkartlegging. Tiltaksorientert overvåking iverksettes i vannforekomster som anses å stå i fare for ikke å nå miljømålene, eventuelt for å vurdere endringer i tilstanden som følge av iverksatte tiltak. Overvåkingen iverksettes av Miljødirektoratet eller annen forurensningsmyndighet og bekostes av forurenser, etter prinsippet om at «påvirker betaler».

Utformingen av et tiltaksorientert overvåkingsprogram er karakterisert av at man har flere overvåkingsstasjoner som plasseres for eksempel etter utslippspunktene beliggenheter, hydromorfologiske egenskaper¹ og eventuelle endringer i vannforekomsten som følge av tiltak.

Prøvetakningsfrekvensen skal være så hyppig at man pålitelig kan fastsette miljøtilstanden. Som retningslinje bør overvåkingen finne sted med intervaller som ikke overstiger dem som er angitt i Tabell 1, med mindre større intervaller er berettiget ut fra tekniske kunnskaper og ekspertvurderinger.

Tabell 1. Oversikt over intervaller mellom prøvetaking i vannforskriften (Vannforskriften, 2015).

Kvalitetsэлемент	Elver	Innsjøer	Brakkvann	Kystvann
<i>Biologisk</i>				
Plantep plankton	6 måneder	6 måneder	6 måneder	6 måneder
Annen akvatisk flora	3 år	3 år	3 år	3 år
Makroinvertebrater	3 år	3 år	3 år	3 år
Fisk	3 år	3 år	3 år	
<i>Hydromorfologisk</i>				
Kontinuitet	6 år			
Hydrologi	Kontinuerlig	1 måned		
Morfologi	6 år	6 år	6 år	6 år
<i>Fysisk-kjemisk</i>				
Temperaturforhold	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Oksygenforhold	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Saltholdighet/ledningsevne	3 måneder	3 måneder	3 måneder	
Næringsstofftilstand	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Forsuringstilstand	3 måneder	3 måneder		
Vannregionspesifikke stoffer	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Prioriterte stoffer, farlige stoffer og andre EU-utvalgte stoffer i vannsøylen	1 måned	1 måned	1 måned	1 måned
Miljøgifter som fremgår av vedlegg VIII i sediment*	6 år	6 år	6 år	6 år
Miljøgifter som fremgår av vedlegg VIII i organismer	1 år	1 år	1 år	1 år

* Gjennomføres oftere i områder hvor sedimentasjonshastigheten tilsier hyppigere prøvetaking

Overvåkingsprogrammet kan endres i løpet av gyldighetstiden for en forvaltningsplan² for vannregionen. Dette gjøres på grunnlag av opplysninger innsamlet i forbindelse med kravene i

¹ *Hydromorfologiske egenskaper:* Vannmengde og variasjon i vannføring og vannstand, samt bunnforhold og vannforekomstens fysiske beskaffenhet.

² *Vannforvaltningsplaner:* samlet plan for forvaltning av vannforekomster i en vannregion. Miljømålene i regionen og tiltaksplaner (plan for hvordan miljømålet skal nås eller opprettholdes) er beskrevet.

vedlegg II i vannforskriften, særlig for å muliggjøre en reduksjon i frekvensen dersom virkningen ikke er vesentlig eller den relevante belastningen er fjernet.

Som et minimumskrav skal det biologiske kvalitetselementet som er mest følsomt for belastningen inngå i overvåkingsprogrammet. Alle prioriterte³ stoffer (EU) som slippes ut i vannforekomsten skal overvåkes, samt andre forurensende stoffer som slippes ut i betydelige mengder (Vannforskriften 2015; Direktoratgruppen 2010).

DIHVA IKS utformet et overvåkingsprogram for kystvann i vannområde Hardanger, for 2017-2021, på vegne av bedriftene Boliden Odda AS og Tizir Titanium & Iron AS. Programmet ble godkjent av Miljødirektoratet i brev av 22.12.2016. NIVA leverte et løsningsforslag og fikk oppdraget med å gjennomføre overvåkingen. Programmet er beskrevet i detalj i programbeskrivelsen og første år i programmet (2017) er nå gjennomført, i samarbeid med Hardanger miljøseniter.

1.1 Bakgrunnsinformasjon om området og virksomhetene

Sørfjorden har en forurensingshistorie som strekker seg tilbake til begynnelsen av det 20nde århundret da tungindustri ble etablert i Odda-området. Først ble Odda smelteverk anlagt i Odda sentrum i 1908, deretter D.N.N. Aluminium i Tyssedal i 1916 og til slutt Det norske Zinkkompani på Eitrheimsneset i 1929. Utslippene til fjorden økte med økende produksjon og sinkverket hadde sine største utslipp til fjorden i 1985, året før jarositt-avfallet ble ført til fjellhaller. Dette året ble det sluppet ut nesten 1 tonn kvikksølv, 1835 tonn sink, 773 tonn bly og nesten 24 tonn kadmium (Skei et al. 1998). I tillegg var det tidvis store utslipp av tjærestoffer (PAH) fra aluminiumsfabrikken i Tyssedal før den ble nedlagt i 1982, og fra Odda smelteverk (nedlagt i 2002).

Utslipet av oksygenforbrukende nitrogenforbindelser fra Odda smelteverk, da dette var i drift, førte til ekstremt dårlige oksygenforhold i Sørfjordens indre del. Nedleggelsen av smelteverket høsten 2002 medførte at primærutslippene av oksygenforbrukende stoffer stoppet. Oksygenforholdene ble i de senere år analysert annethvert år innenfor det daværende overvåkingsprogrammet i regi av Miljødirektoratet (analysert i 2012).

Det er også tidligere bemerket at forhøyede konsentrasjoner av DDT og dets nedbrytningsprodukter er observert i blåskjell i senere år. Det er sannsynlig at dette er forbundet med mye nedbør og utvasking av forurensede jordpartikler fra gamle kilder (jordsmonn) på land, samt høyere pH i nedbør (reduert sulfatdeposisjon/mindre sur nedbør) og derfor mer løst organisk karbon i overflatevann, som kan transportere DDT ut av jorda (Ruus et al. 2013). Metallet kadmium har vist en tidsmessig reduksjon i blåskjell fra Sørfjorden (Ruus et al. 2013).

Forurensingssituasjonen i Sørfjorden har ført til at Mattilsynet har gitt advarsler mot konsum av sjømat fra området (første gang i 1973; Økland, 2005), på grunn av forurensning med bl.a. kadmium, bly og kvikksølv.

Utslipp til sjø av de tradisjonelt mest problematiske metallene (de seneste offisielle anslag; gjelder for 2016) fra Boliden Odda AS og Tizir Titanium & Iron AS (TTI) rapportert til Miljødirektoratet er vist i Tabell 2.

³ Redusert overvåkingsfrekvens for allestedsnærværende stoffer (stoff nr. 5, 21, 28, 30, 35, 37, 43 og 44 i vedlegg VIII del A tillates, så lenge overvåkingen er representativ og overvåkingsdataene har høy oppløsning og viser stabile nivåer over tid (Vannforskriften, 2015).

Utslipet fra Bolidens vannrenseanlegg går ut på 30 m dyp på østsiden av Eitrheimsvågen. Utslipet fra aluminiumfluoridfabrikken på Eitrheimsneset er også dypvannsutslipp (30 m dyp). I tillegg går dypvannsutslippet fra TTI i Tyssedal ut på 35-40 m dyp.

I tillegg til utslippene av metaller til vann er det også utslipp til luft, hvorav en del må forventes å ende opp i Sørfjorden. I 2016 var det totale utslippet av kvikksølv til luft fra Boliden og TTI henholdsvis 4,9 kg og 2,16 kg.

Tabell 2. Offisielle anslag over utslipp til sjø av kobber, bly, sink, kadmium og kvikksølv fra Boliden Odda AS og Tizir Titanium & Iron AS (TTI) i 2016. Basert på opplysninger fra Miljødirektoratet/Norske utslipp.

Bedrift	Cu, kg/år	Pb, kg/år	Zn, kg/år	Cd, kg/år	Hg, kg/år
Boliden Odda AS*	47,8	356,4	2021,5	27,4	1,9
TTI	1,9	129,1	2323	0,79	0,38
Totalt	49,7	485,5	4344,5	28,19	2,26

* Totalt utslipp fra sinkverket og aluminiumfluoridfabrikken.

Boliden Odda og TTI sine utslippstillatelser fra Miljødirektoratet er gitt i Tabell 3.

Tabell 3. Boliden Odda sinkverket (a.) og aluminiumfluoridfabrikken (b.), samt Tizir Titanium & Iron (c.) sine regulerte utslippstillatelser (til vann) fra Miljødirektoratet. Data fra www.norskeutslipp.no**a.**

Utslippskomponent	Utslippskilde	Utslippsgrenser		Gjelder fra
		Månedsmiddel	Års-Middel (kg/år)	
Zn	Alle kilder (inkl. utslipp fra produksjon og deponering, samt fra diffuse kilder på bedriftens område)		6000	01.01.05
Cd			80	01.01.05
Cu			110	01.01.05
Pb			230	01.01.05
Hg			3	01.01.05

b.

Utslippskomponent	Utslippskilde	Utslippsgrenser		Gjelder fra/til
		Månedsmiddel	Års-Middel	
Fluorider	Alle kilder		1600 tonn/år	Fom. 01.07.16
Fluorider			30 kg/tonn AlF ₃	Fom. 01.07.16
Anhydritt			25000 tonn/år	Fom. 01.01.07
Anhydritt			10500 tonn/år	Fom. 01.01.14
As			200 kg/år	Fom. 01.01.07
As			150 kg/år	Fom. 01.01.14
Pb			1000 kg/år	Fom. 01.04.11
Pb			800 kg/år	Fom. 01.01.14
Cd			25 kg/år	Fom. 01.01.07
Cd			10 kg/år	Fom. 01.01.14
Cu			800 kg/år	Fom. 01.01.07
Cu			300 kg/år	Fom. 01.01.14
Cr			300 kg/år	Fom. 01.01.07
Cr			100 kg/år	Fom. 01.01.14
Hg			3 kg/år	Fom. 01.01.07
Hg			3 kg/år	Fom. 01.01.14
Zn			1500 kg/år	Fom. 01.04.11
Zn			700 kg/år	Fom. 01.01.14

c.

Utslippskomponent	Utslippskilde	Utslippsgrenser		Gjelder fra/til
		Månedsmiddel	Års-Middel	
Suspendert stoff	Totalt fra alle utslippskilder		120 t/år	Fom. 28.03.14
Suspendert stoff			100 t/år	Fom. 01.01.07
Zn			7 t/år	Fom. 06.06.11 Tom. 31.12.15
Zn			5 t/år	Fom. 01.01.16
Hg			1 kg/år	Fom. 28.03.14
Pb			400 kg/år	Fom. 06.06.11 Tom. 31.12.15
Pb			230 kg/år	Fom. 01.01.16
Cd			8 kg/år	Fom. 28.03.14 Tom. 31.12.15
Cd			3 kg/år	Fom. 01.01.16
PAH ¹⁾			250 kg/år	Fom. 28.03.14

¹⁾ Rapportert som sum-PAH16

1.2 Vannforekomstene

Programmet (2017-2021) omfatter 3 vannforekomster: Sørfjorden indre del (ID 0260040900-1-C), Sørfjorden ytre del (ID 0260040900-2-C) og Samlafjorden (ID 0260040800-C). I 2017 dekket programmet stasjoner i vannforekomstene Sørfjorden indre del (ID 0260040900-1-C) og Sørfjorden ytre del (ID 0260040900-2-C).

Sørfjorden indre del (ID 0260040900-1-C) er (i Vann-nett) karakterisert som en ferskvannspåvirket beskyttet fjord (polyhalin; saltholdighet 18-30). Vannforekomsten er vurdert til å ha moderat økologisk. Vannforekomsten er også klassifisert til å ikke oppnå god kjemisk tilstand (i Vann-nett på grunn av forhøyede konsentrasjoner av særlig bly, kadmium og kvikksølv).

Sørfjorden ytre del (ID 0260040900-2-C) er (i Vann-nett) karakterisert som en ferskvannspåvirket beskyttet fjord (polyhalin; saltholdighet 18-30). Vannforekomsten er vurdert til å ha moderat økologisk tilstand. Vannforekomsten er også klassifisert til å ikke oppnå god kjemisk tilstand (i Vann-nett på grunn av forhøyede konsentrasjoner av særlig bly, kadmium og kvikksølv).

Samlafjorden (ID 0260040800-C) er (i Vann-nett) karakterisert som en beskyttet kyst/fjord. Vannforekomsten er antatt å ha moderat økologisk tilstand. Vannforekomsten er også klassifisert til å ikke oppnå god kjemisk tilstand (i Vann-nett på grunn av forhøyede konsentrasjoner av antracen, bly, kvikksølv og nikkel).

En oversikt over økologisk og kjemisk tilstand er gitt i Vann-Nett (www.vann-nett.no).

Det ble gjennomført overvåking av kystvann i vannområde Hardanger i 2015 (Ruus et al. 2016). Av resultatene fra denne overvåkingen kan nevnes:

- Bløtbnunnsfauna viste god økologisk tilstand på samtlige stasjoner og det ble bemerket at det hadde vært en generell forbedring av tilstanden for bunnfauna sammenlignet med tidligere undersøkelser på 1980- og 1990-tallet.
- Fysisk-kjemiske kvalitetslementer viste god (eller meget god) tilstand på alle stasjoner, unntatt på to stasjoner i Sørfjorden hvor tilstanden var moderat.
- Vannregionspesifikke stoffer i vann (metaller), og særlig i sediment (metaller og PAH-forbindelser) oversteg i mange tilfeller miljøkvalitetsstandarden og reduserte økologisk tilstand til moderat på flere stasjoner
- Også prioriterte stoffer (EU) i vann (metaller) og særlig sediment (metaller og PAH-forbindelser) oversteg miljøkvalitetsstandarden og førte til at god kjemisk tilstand ikke ble oppnådd på flere stasjoner.

1.3 Utslippspunkter, stasjonsvalg og andre kilder til forurensninger i vannforekomsten

Programmet (2017-2021) omfatter, som nevnt, 3 vannforekomster: Sørfjorden indre del (ID 0260040900-1-C), Sørfjorden ytre del (ID 0260040900-2-C) og Samlafjorden (ID 0260040800-C). I 2017 dekket programmet stasjoner i vannforekomstene Sørfjorden indre del (ID 0260040900-1-C) og Sørfjorden ytre del (ID 0260040900-2-C). Kvalitetslementer som skal undersøkes i løpet av programperioden er:

I vannsøylen: Siktedyp, temperatur, salt, oksygen, metaller og fluorid.

I sjøbunn: Bunnfauna, sedimentkarakteristikk, metaller og PAH i sediment.

I biota: Metaller i fisk (brosme), samt metaller og PAH i blåskjell.

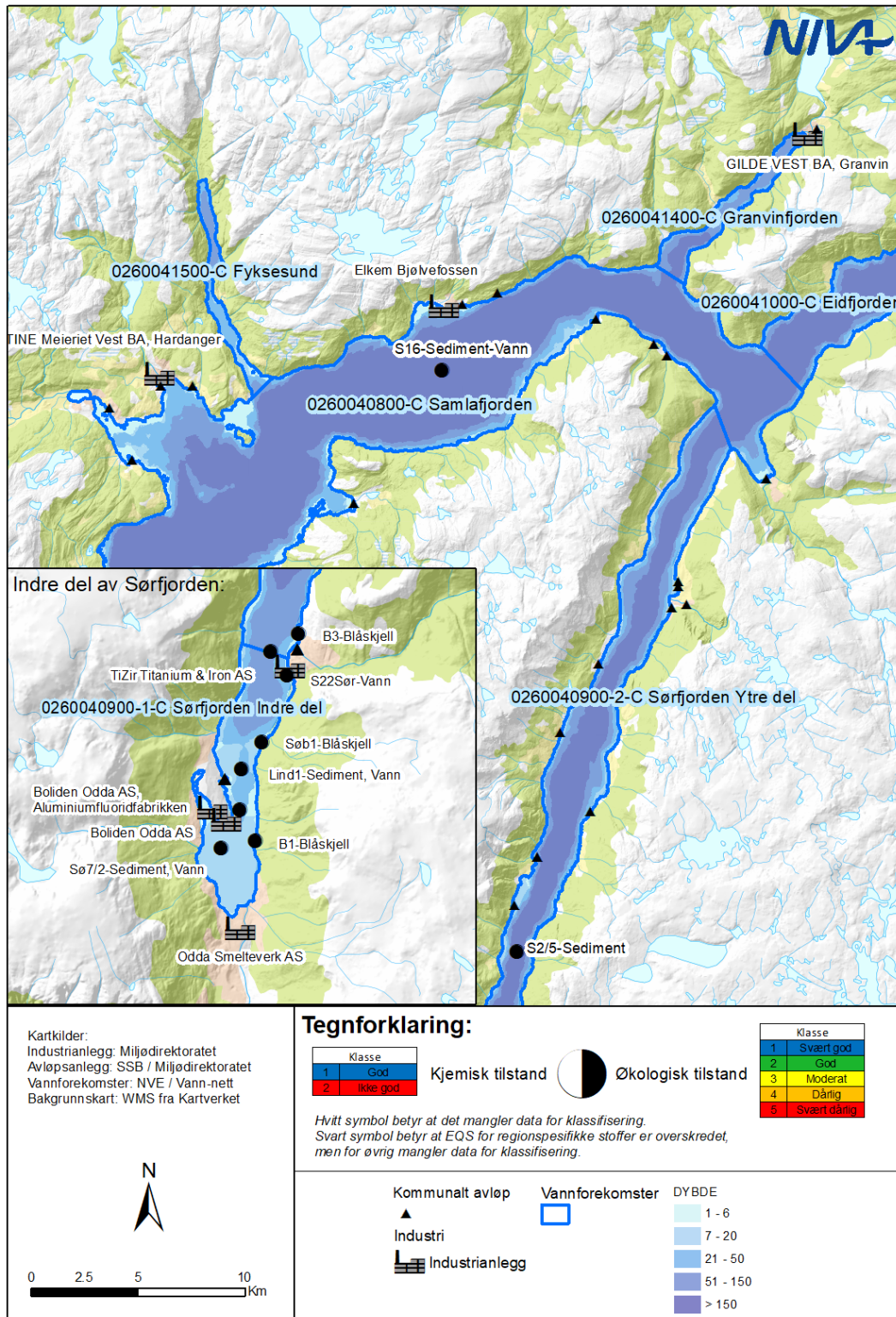
Det skulle i dette programmet for 2017 gjennomføres undersøkelser av følgende kvalitetselementer på bestemte stasjoner i vannforekomstene Sørfjorden indre del (ID 0260040900-1-C) og Sørfjorden ytre del (ID 0260040900-2-C):

I vannsøylen: Siktedyp, temperatur, salt, oksygen, metaller og fluorid.

I biota: Metaller og PAH i blåskjell.

Stasjonsnettet for denne innsamlingen ble gitt i spesifikasjonen av programmet utformet av DIHVA IKS, med instruksjon om nøyaktig plassering av stasjoner. En oversikt over stasjoner som inngår i programmet (2017-2021) er vist i Figur 2. Detaljerte stasjonsopplysninger er gitt i Tabell 4. Hvilke stasjoner og kvalitetselementer som har inngått i programmet for 2017 kan ses av Tabell 5, som gir en oversikt over stasjoner med kvalitetselementer/parametere og frekvens. Stasjonsnavn og -koder fra tidligere overvåking er videreført for ensartet praksis og etterprøvbarehet.

Blåskjell-stasjonene er endret noe siden overvåkingen i 2015 og Søb1 er den eneste stasjonen som er beholdt. Stasjonene B1 og B3 er de samme som inngikk i overvåkingen av Sørfjorden frem til 2012.



Figur 2. Kart med prøvetakingsstasjoner for overvåking (2017-2021) i vannområde Hardanger (sjøbunn-, vann- og blåskjell-stasjoner (stasjonsnavn fra tidligere undersøkelser er benyttet). Kartkoordinater og oversikt over hva som er prøvetatt er gitt i Tabell 4.

Tabell 4. Stasjonsopplysninger for overvåkingsprogram (2017-2021).

Stasjon	Type	Dyp (m)	WGS 84 (grader)		UTM33	
			N	Ø	Ø	N
S16	Sediment/Vann	841	60.404001	6.435502	29032.66	6727098
Lind1 *	Sediment/Vann	55,6	60.09583	6.541883	30454.08	6692209
Sø10 *	Sediment	49,5	60.08855	6.543167	30421.21	6691394
Sø7/2 *	Sediment/Vann	45	60.08138	6.538253	30046.94	6690635
S1/4	Sediment	118	60.117335	6.546674	31025.96	6694557
S2/5	Sediment	297	60.16633	6.561667	32552.84	6699876
S22Sør *	Vann	-	60.11348	6.55353	31350	6694081
Søb1 *	Blåskjell	-	60.101046	6.547685	30849.41	6692745
B1 *	Blåskjell	-	60.0835	6.549833	30717.93	6690787
B3 *	Blåskjell	-	60.12107	6.55595	31591.91	6694904

* Stasjoner som har vært inkludert i programmet for 2017

Prøver av siktedyp, temperatur, salt og oksygen i sjøvann ble tatt månedlig f.o.m. mars på stasjonene Lind1 og Sø7/2, samt annenhver måned f.o.m. mars på stasjon S22Sør. Prøver av sjøvann til analyse av metaller ble tatt månedlig på stasjonene Lind1 og Sø7/2, samt annenhver måned (f.o.m. januar) på stasjon S22Sør, gjennom aktivitet i regi av Boliden (Lind1 og Sø7/2) og Tizir (S22Sør), gjennomført av Hardanger miljøseniter. Prøver av sjøvann til analyse av fluorid ble tatt i november på stasjon Sø10. Blåskjell ble samlet inn i oktober på stasjonene Søb1, B1 og B3 til analyse av metaller og PAH.

Tabell 5. Oversikt over stasjoner med kvalitetselementene som er undersøkt og hvor ofte de skulle prøvetas i løpet av året. **A.:** 2017, 2019 og 2020, **B.:** 2018 og 2021. For fler detaljer, se Tabell 6.

A. (2017, 2019 og 2020)

Stasjon	Vannsøyle					Sediment			Biota	
	Siktedyp	Temperatur	Salt	Oksygen	«Miljøgifter» ¹⁾ i (overflate-)vann	Bunnfauna	Sedimentkarakter	«Miljøgifter» ²⁾ i sediment	«Miljøgifter» ³⁾ i blåskjell	«Miljøgifter» ⁴⁾ i Brosme
S16										
S1/4										
S2/5										
Lind1	12*	12*	12*	12*	12**					
Sø10										
Sø7/2	12*	12*	12*	12*	12**					
S22sør					6***					
Søb1									1	
B3									1	
B1									1	

* Siktedyp, temperatur, salt og oksygen ble analysert kun 10 ganger (månedlig f.o.m. mars) i 2017, da programmet kom i gang for sent for å få med januar og februar. Disse parametrene ble også målt på stasjon S22Sør hver annen måned (f.o.m. mars) på stasjon S22Sør, selv om dette ikke var planlagt i programmet.

** Prøvetaking av overflatevann en gang per måned i regi av Boliden, gjennomført av Hardanger miljøsenter gjennom aktivitet for industrien.

*** Prøvetaking av overflatevann annenhver måned i regi av Tizir, gjennomført av Hardanger miljøsenter gjennom aktivitet for industrien.

¹⁾ Vannregionspesifikke stoffer og prioriterte stoffer (EU); Metaller (og enkelte målinger av fluorid).

²⁾ Vannregionspesifikke stoffer og prioriterte stoffer (EU); Metaller og PAH-forbindelser.

³⁾ Vannregionspesifikke stoffer og prioriterte stoffer (EU); Metaller og PAH-forbindelser.

⁴⁾ Vannregionspesifikke stoffer og prioriterte stoffer (EU); Bly i lever og kvikksølv i muskel.

(Forts. neste side)

Forts. Tabell 5.

B. (2018 og 2021)

Stasjon	Vannspøyle					Sediment			Biota	
	Siktedyp	Temperatur	Salt	Oksygen	«Miljøgifter» ¹⁾ i (overflate-)vann	Bunnfauna	Sedimentkarakter	«Miljøgifter» ²⁾ i sediment	«Miljøgifter» ³⁾ i blåskjell	«Miljøgifter» ⁴⁾ i Brosme
S16	5	5	5	5	4	1	1	1		
S1/4	1	1	1	1		1	1	1		
S2/5	1	1	1	1		1	1	1		1
Lind1	12	12	12	12	12*	1	1	1		
Sø10						1	1	1		
Sø7/2	12	12	12	12	12*	1	1	1		
S22sør					6**					
Søb1									1	
B3									1	
B1									1	

* Prøvetaking av overflatevann en gang per måned i regi av Boliden, gjennomført av Hardanger miljøsenter gjennom aktivitet for industrien.

** Prøvetaking av overflatevann annenhver måned i regi av Tizir, gjennomført av Hardanger miljøsenter gjennom aktivitet for industrien.

¹⁾ Vannregionspesifikke stoffer og prioriterte stoffer (EU); Metaller (og enkelte målinger av fluorid).

²⁾ Vannregionspesifikke stoffer og prioriterte stoffer (EU); Metaller og PAH-forbindelser.

³⁾ Vannregionspesifikke stoffer og prioriterte stoffer (EU); Metaller og PAH-forbindelser.

⁴⁾ Vannregionspesifikke stoffer og prioriterte stoffer (EU); Bly i lever og kvikksølv i muskel.

2 Materiale og metoder

2.1 Overvåkingsprogrammet

Miljødirektoratet har satt krav til bedriftene Boliden Odds AS og Tizir Titanium & Iron AS, om årlig overvåking av Sørfjorden. DIHVA har utarbeidet et overvåkingsprogram som skal følge forvaltingsperioden i Vannforskriftarbeidet fra 2016-2021, og som skal være i tråd med kravene i Vannforskriften, samt bygge videre på tidligere miljøundersøkelser i området. Programmet ble godkjent av Miljødirektoratet i brev av 22.12.2016.

En kort oppsummering av overvåkingsprogrammet (2017-2021) er vist i Tabell 6. Det er ingen vesentlige avvik å rapportere i forhold til programbeskrivelsen. Følgende mindre avvik kan nevnes:

1. Som nevnt ble siktedyp, temperatur, salt og oksygen analysert kun 10 ganger (månedlig f.o.m. mars), da programmet kom i gang for sent for å få med januar og februar. Disse parametrene ble f.ø. også målt på stasjon S22Sør hver annen måned (f.o.m. mars) på stasjon S22Sør, selv om dette ikke var planlagt i programmet.
2. Fluorid ble kun analysert én gang (november) på stasjon SØ10. Deteksjonsgrensen var ikke så lav som ønsket og fluorid ble ikke detektert. I 2018 vil vi kunne analysere fluorid med lavere deteksjonsgrense.
3. CTD/oksygensonden er ført ned til 40 m dyp på stasjonene SØ7/2 og Lind1. Det antas i denne rapporten at største sondedyp korresponderer med målinger i bunnvann. På stasjon SØ7/2 er vanddyppet ca. 45 m og på Lind1 er vanddyppet ca. 55 m. Særlig på Lind1 er det altså enda noen meter til bunnen. I 2018 vil vi føre sonden dypere for å være sikre på at vi måler i bunnvann.

Det nevnes igjen at på stasjonene Lind1 og SØ7/2 ble det gjort månedlig prøvetaking og analyse av overflatevann i regi av Boliden Odda AS. På stasjon S22Sør ble det gjort prøvetaking og analyse av overflatevann hver andre måned, i regi av TTI. Prøvetaking og analyse for bedriftene gjennomføres av Hardanger miljøsender. Disse resultatene er mottatt og benyttes i klassifiseringen av disse stasjonene (se Tabell 5). Resultater fra samtlige tidspunkter er benyttet til beregning av årsmiddel, som sammenlignes mot grenseverdiene (Tabell 12 og Tabell 15).

Tabell 6. Oppsummering av overvåkingsprogram for vannområde Hardanger (2017-2021). Merk at det er kun parametere i sjøvann (3 stasjoner) og blåskjell som er analysert i 2017.

	Regulerte utslipps-komponenter	Kvalitets-element	Indeks/parameter	Habitat / Matriks	Antall stasjoner	Frekvens (pr aktuelt år)	Tidspkt.
Økologisk tilstand	Suspendert stoff og næringssalter	Bløtbunnsfauna	NQ1, H', ES100, ISI2012, NSI2012	Bløtbunn	6	1	Vår
	Suspendert stoff og næringssalter	TOC, kornstørrelse (Støtteparametre)	Støtteparametere for bunnfauna	Sediment	6	1	Vår
	Næringssalter	Fysisk-kjemiske kvalitetselementer	Siktedyp, oksygen	Sjøvann	5	1-12	Vår-høst
	Cu, Zn, As, Cr, PAH-forbindelser	Vannregion-spesifikke stoffer	Cu, Zn, As, Cr, Acenaftalen, Acenaften, Fluoren, Fenantren, Pyren, Benzo(a)-antracen, Krysen, Dibenzo(ah)-antracen, PAH16, PCB7,	Sjøvann ¹⁾ , sediment ¹⁾ , blåskjell ¹⁾ ,	4 (vann), 6 (sed.), 3 (blåskjell),	4-12 (vann), 1 (andre)	Vår-høst (vann) Vår (sed.) Høst (biota)
Kjemisk tilstand	Cd, Pb, Ni, Hg, PAH-forbindelser	Prioriterte stoffer (EU)	Cd, Pb, Ni, Hg, Naftalen, Antracen, Fluoranten, Benzo(b)-fluoranten, Benzo(k)-fluoranten, Benzo(a)pyren, Indeno(123-cd)pyren, Benzo(ghi)-perylene	Sjøvann ¹⁾ , sediment ¹⁾ , blåskjell ¹⁾ , (+brosme ¹⁾)	4 (vann), 6 (sed.), 3 (blåskjell), 1 (brosme)	4-12 (vann), 1 (andre)	Vår-høst (vann) Vår (sed.) Høst (biota)

¹⁾ Samtlige kvalitetselementer er ikke analysert i alle habitater/matrikser. Det er dessuten også analysert for enkelte komponenter det ikke foreligger grenseverdier for. Resultattabeller (Tabell 12, Tabell 13, Tabell 15, Tabell 17) viser hvilke komponenter som er analysert i de respektive habitater/matrikser. Se Vedlegg A for oversikt over alle analyseresultater.

2.2 Prøvetakingsmetodikk

Under følger en beskrivelse av prøvetakingen som ble gjennomført i forbindelse med overvåkingsprogrammet i 2017.

2.2.1 Vann

På stasjonene Lind1 og SØ7/2 ble det, som nevnt, gjort månedlig prøvetaking og analyse av overflatevann. På stasjon S22Sør ble det gjort prøvetaking og analyse av overflatevann hver andre måned. Prøvetaking og analyse for bedriftene gjennomføres av Hardanger miljøsentere. Prøvene ble samlet for analyse av metaller (prioriterte stoffer (EU) og vannregionspesifikke stoffer). Det er dessuten samlet vannprøve til analyse av fluorid.

Det ble også foretatt hydrografiske målinger (CTD og oksygen) i forbindelse med vannprøvetaking på stasjonene Lind1, SØ7/2 og S22Sør i forbindelse med vannprøvetakingen (f.o.m. mars).

2.2.1.1 Fysisk-kjemiske støtteparametere

Prøvetaking av vannsøylen ble gjennomført av personell fra Hardanger miljøsenters AS som også har stått for dette i tidligere overvåking. Prøver av overflatevann ble tatt direkte på spesialvaskede flasker; glassflasker for kvikksølvanalyser og plastflasker for de andre elementene.

Siktedyp ble målt på hvert tokt på alle stasjoner, i forbindelse med vannprøvetaking (f.o.m. mars). Dette ble gjort vha. en Secchi-skive med diameter 25 cm.

Temperatur og saltholdighet ble målt ved hjelp av CTD (SAIV SD204). For stasjonene SØ7/2 og Lind 1 er målingene antatt foretatt ned til bunnen hver gang (ca. 40 m). Ved vannprøvetaking på S22Sør er det også målt ned til bunnen.

Oksygen ble målt med en oksygensonde (Rinko-sonde fra JFE Alec Co. LTD), som ble senket ned i vannsøylen tilknyttet CTD-sonde.

2.2.1.2 Prioriterte stoffer (EU) og vannregionspesifikke stoffer i vann

Prøvetaking av vannsøylen ble gjennomført av personell fra Hardanger miljøsenters AS som også har stått for dette i tidligere overvåking. Prøver av overflatevann ble tatt direkte på spesialvaskede flasker; glassflasker for kvikksølvanalyser og plastflasker for de andre elementene.

2.2.2 Biota

Det er samlet inn prøver av biota (blåskjell) for analyse av Prioriterte stoffer (EU) og vannregionspesifikke stoffer.

2.2.2.1 Prioriterte stoffer (EU) og vannregionspesifikke stoffer i blåskjell

Innsamling av blåskjell (*Mytilus edulis*) ble gjennomført av Hardanger miljøsenters i oktober 2017 på stasjonene SØb1, B1 og B3. På stasjon B1 benyttet Hardanger miljøsenters assistanse fra en dykker for å få tak i en tilstrekkelig mengde skjell.

Det ble i utgangspunktet forsøkt samlet inn blåskjell med skall-lengde 3-5 cm. På stasjonene B1 og B3 ble prøvene komponert av skjell i størrelse 4-5 cm, men på stasjon SØb1 består prøvene av skjell i størrelse 4-6 cm. Det ble samlet inn minst 20 skjell til hver replikat fra hver stasjon. Blåskjellene ble lagt i rene plastposer av polyetylen og merket med prosjektnummer, stasjonskode og dato. Blåskjellprøvene ble fryst ned (<-20 °C) etter innsamling.

Blåskjellene ble samlet inn om høsten for å unngå sesongmessige variasjoner og for å ha grunnlag for sammenligning med tidligere overvåkingsresultater (også innsamling om høsten). Innsamlingen og håndteringen av blåskjellene er utført på en mest mulig skånsom måte og med minst mulig kontakt med annet materiale for å hindre kontaminering av potensielle miljøgifter. Prøvetakingen følger retningslinjer gitt i OSPAR (2012).

Før opparbeiding ble blåskjellene tatt ut av fryser til tining. På laboratoriet ble det brukt engangshansker under opparbeidelsen av blåskjellene. Skallene ble skrapet rene for begroing med en kniv eller skalpell. Skjellene ble deretter åpnet skånsomt med skalpell med minst mulig kutt i de bløte

delene og satt med den åpne siden ned i noen minutter for å la en del væske renne ut av skjellene (drypptørking; Figur 3). Blåskjellinmaten ble skrapet ut med en skalpell og samlet i et rent glødet prøveglass. Det ble brukt nytt skalpellblad for hver stasjon som ble opparbeidet.



Figur 3. Foto fra opparbeidelse av blåskjellprøver. Foto (NIVA).

2.3 Analysemetoder

Under følger informasjon om analysemetoder som er benyttet for analyse av biota og vannprøver

2.3.1 Vann

Det har som nevnt blitt samlet inn vannprøver for bestemmelse av fysisk-kjemiske støtteparametere, prioriterte stoffer (EU) og vannregionspesifikke stoffer. Det er dessuten samlet vannprøve til analyse av fluorid.

2.3.1.1 Fysisk-kjemiske støtteparametere

Siktedyp ble som nevnt målt på hvert tokt (f.o.m. mars) på alle stasjoner, i forbindelse med vannprøvetaking. Dette ble gjort vha. en Secchi-skive med diameter 25 cm.

Temperatur og salinitet ble som nevnt målt på hvert tokt (f.o.m. mars) ved hjelp av CTD (SAIV SD204).

Oksygen ble som nevnt målt på hvert tokt (f.o.m. mars) med en oksygensonde (Rinko-sonde fra JFE Alec Co. LTD), som ble senket ned i vannsøylen tilknyttet CTD-sonde.

2.3.1.2 Prioriterte stoffer (EU) og vannregionspesifikke stoffer i vann

Data på metaller i vann på stasjonene Lind1, SØ7/2 og S22Sør ble mottatt fra industribedriftene/Hardanger miljøsentere. Prøvetaking og analyse for bedriftene gjennomføres av Hardanger miljøsentere. Denne aktiviteten er ikke del av foreliggende overvåkingsprogram, men resultatene er mottatt og benyttes i klassifiseringen av disse stasjonene.

Ved beregning av gjennomsnitt for enkeltforbindelser av vannregionspesifikke stoffer og prioriterte stoffer (EU) som er målt under kvantifikasjonsgrensen er halve kvantifikasjonsgrensen benyttet som konsentrasjonsverdi (dersom enkelte analyser viste konsentrasjoner under deteksjonsgrensen). For vannregionspesifikke stoffer og prioriterte stoffer (EU) hvor konsentrasjonsverdien oppgis som sum

av flere forbindelser (for eksempel isomerer og kongenerer), ble konsentrasjonsverdier av forbindelser under kvantifikasjonsgrensen satt til null for beregning av totalsum. Dette er i henhold til EU Direktiv 2009/90/EC.

2.3.2 Biota

Det er samlet inn prøver av biota (blåskjell) for analyse av prioriterte stoffer (EU) og vannregionspesifikke stoffer.

2.3.2.1 Prioriterte stoffer (EU) og vannregionspesifikke stoffer i blåskjell

Alle kjemiske analyser ble utført av Eurofins akkrediterte analyselaboratorium, som tilfredsstiller de krav gitt i EU Direktiv 2009/90/EC, som beskriver tekniske spesifikasjoner for kjemiske analyser og overvåking av tilstand i biota. En oversikt over metoder er vist i Tabell 7.

Tabell 7. Oversikt over kjemiske analyser i biota som er benyttet i overvåkingsprogrammet.

Parameter	Matriks	Akkreditert metode	Kvantifiseringsgrense	Enhet	Standardmetode	Utførende lab	Instrument/analyseteknikk
Hg	Blåskjell	Ja	0,005	mg/kg	EN ISO 12846	Eurofins	Hg-AAS
As	Blåskjell	Ja	0,05	mg/kg	EN ISO 17294-2	Eurofins	ICP-MS
Cd	Blåskjell	Ja	0,001	mg/kg	EN ISO 17294-2	Eurofins	ICP-MS
Cr	Blåskjell	Ja	0,03	mg/kg	EN ISO 17294-2	Eurofins	ICP-MS
Cu	Blåskjell	Ja	0,03	mg/kg	EN ISO 17294-2	Eurofins	ICP-MS
Ni	Blåskjell	Ja	0,04	mg/kg	EN ISO 17294-2	Eurofins	ICP-MS
Pb	Blåskjell	Ja	0,05	mg/kg	EN ISO 17294-2	Eurofins	ICP-MS
PAH16	Blåskjell	Ja	0,5 *	µg/kg		Eurofins	HR-MS

* Per komponent. LOQ for sum ikke oppgitt

Tørrstoff og fett ble også analysert av Eurofins etter akkrediterte metoder.

Ved beregning av gjennomsnitt er halve kvantifikasjonsgrensen benyttet som konsentrasjonsverdi dersom en eller flere av måleverdiene for vannregionspesifikke stoffer og prioriterte stoffer (EU) er under kvantifikasjonsgrensen. For vannregionspesifikke stoffer og prioriterte stoffer (EU) hvor konsentrasjonsverdien oppgis som sum av flere forbindelser (for eksempel isomere og kongenerer), ble konsentrasjonsverdier av den enkelte forbindelsen under kvantifikasjonsgrensen satt til null for beregning av totalsum.

2.4 Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand

Prinsipper for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand er gitt i det følgende. Det bemerkes at det ikke er analysert biologiske kvalitetselementer i foreliggende overvåkingsprogram i 2017.

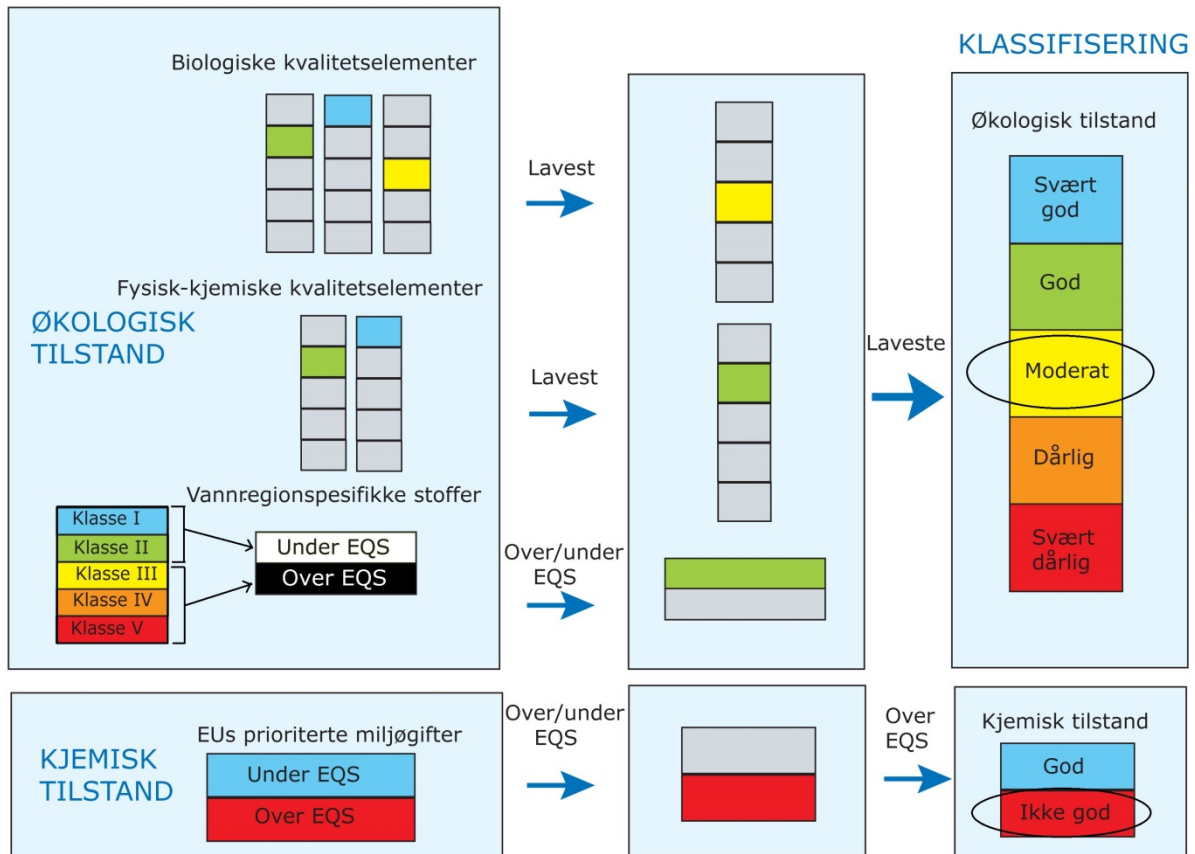
Den generelle metodikken for å klassifisere økologisk tilstand er angitt i kapittel 3.5 i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2013), og er oppsummert i Figur 4. Klassifiseringen begynner med å kartlegge tilstanden til de såkalte biologiske kvalitetselementene (for eksempel bunnfauna, begroingsalger, vannplanter, se øvre venstre boks), der sammensetningen av arter og evt biomassen sammenlignes med hva man ville forventet dersom vannforekomsten var upåvirket av menneskelige aktiviteter (også kalt "naturlilstand" eller "referansetilstand"). Artssammensetningen uttrykkes gjerne i form av indekser som angir andel arter som er følsomme og andel arter som er tolerante for en bestemt påvirkning. Det er definert tallverdier for «naturlilstand» og grenseverdier som angir

graden av menneskelig påvirkning for hver parameter eller indeks for hvert kvalitetselement, der svært god tilstand angis med blått fargesymbol, god tilstand med grønt, moderat tilstand med gult, dårlig tilstand med oransje og svært dårlig tilstand med rødt.

Avstanden fra naturtilstanden uttrykkes som EQR- verdier (Ecological Quality ratio) for hver parameter eller indeks for hvert enkelt kvalitetselement i henhold til formler gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2013). Neste skritt er å normalisere EQR-verdiene for hver parameter eller indeks, slik at de kan sammenlignes og kombineres. Grenseverdiene for de normaliserte EQR verdiene (nEQR) er like for alle parametere og indekser), der grenseverdiene mellom tilstandsklassene er 0,8 for svært god/god, 0,6 for god/moderat, 0,4 for moderat/dårlig og 0,2 for dårlig/svært dårlig. Dersom man har flere parametere eller indekser innen ett kvalitetselement, beregnes som regel en middelvei av nEQR for hver parameter eller indeks til et endelig resultat for det aktuelle kvalitetselementet. Deretter gjøres tilsvarende beregninger for hver parameter for de generelle fysisk-kjemiske støtteparameterne, der nEQR verdiene midles for parametere som angir effekter av samme påvirkning, f.eks. eutrofiering: total fosfor, fosfat, total nitrogen, nitrat.

Hvert av de vannregionspesifikke stoffene klassifiseres som god eller ikke god ut fra egne grenseverdier kalt miljøkvalitetsstandarder (Environmental Quality Standards - EQS). Dersom noen av de vannregionspesifikke stoffene overskrider EQS i en vannforekomst er miljømålet om god økologisk tilstand ikke nådd.

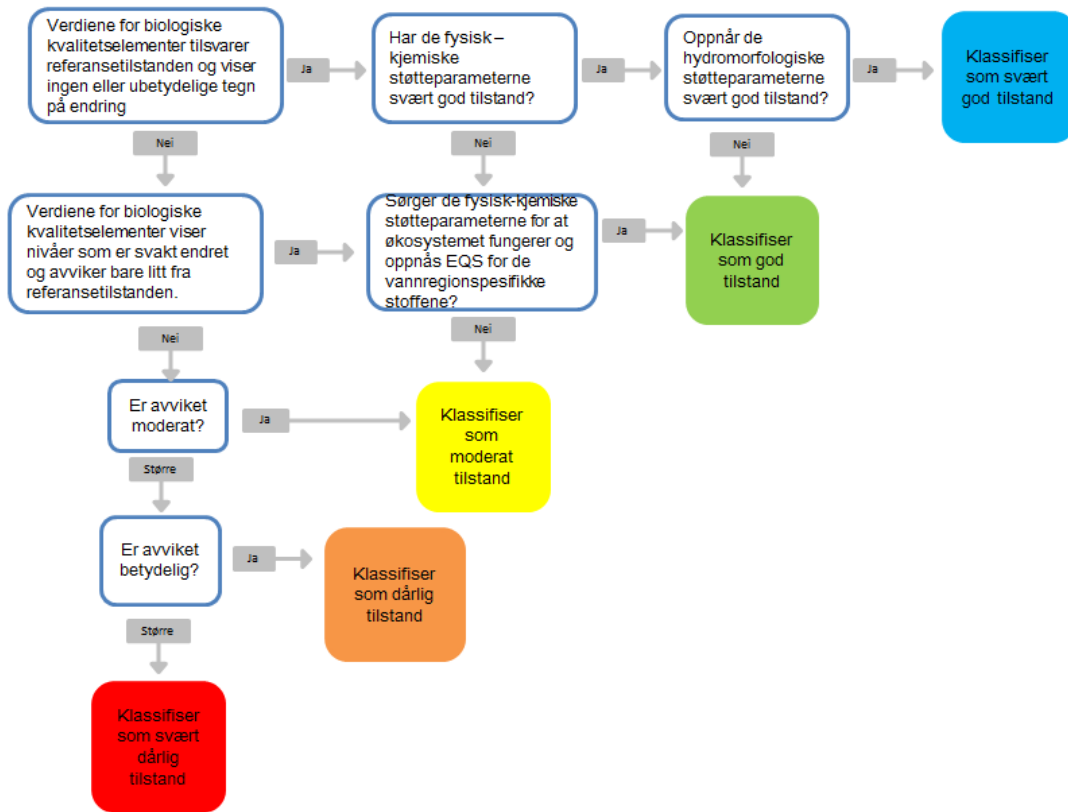
Den kjemiske tilstanden for en vannforekomst er bestemt av om den målte konsentrasjonen av ett eller flere av de prioriterte stoffene (EU) er under eller over EQS-verdien. Kjemisk tilstand kan derfor kun være god eller ikke god.



Figur 4. Prinsippskisse som viser klassifisering av miljøtilstand i en vannforekomst.

Kvalitetselementer som inngår i vurdering av økologisk tilstand og prioriterte stoffer (EU) som inngår i kjemisk tilstandsvurdering er indikert. For både vannregionspesifikke stoffer og for prioriterte stoffer (EU) er det satt grenseverdier i form av EQS-verdier (Environmental Quality Standards). Det er de biologiske kvalitetselementene som er avgjørende for klassifiseringen av økologisk tilstand. Dersom biologien indikerer «svært god» eller «god» tilstand kan fysisk-kjemiske og hydromorfologiske støtteparametere nedgradere tilstanden til «god» eller «moderat» tilstand. Tilsvarende kan vannregionspesifikke stoffer nedgradere tilstanden til «moderat», men ikke lavere. Dersom de biologiske kvalitetselementene indikerer «moderat», «dårlig» eller «svært dårlig» tilstand vil disse alene være styrende for klassifiseringen. Det dårligste biologiske kvalitetselementet avgjør den økologiske tilstanden. Prinsippet omtales ofte som «Det verste styrer» (indikert i figuren med piler merket «laveste»). Den kjemiske tilstanden er bestemt av om den målte konsentrasjonen av prioriterte stoffer (EU) er under eller over EQS-verdien.

For økologisk tilstand er det de biologiske kvalitetselementene som er avgjørende for tilstandsklassifiseringen. Dersom biologien indikerer «svært god» eller «god» tilstand kan fysisk-kjemiske og hydromorfologiske støtteparametere nedgradere tilstanden til «god» eller «moderat» tilstand. Tilsvarende kan vannregionspesifikke stoffer nedgradere tilstanden til «moderat», ved overskridelser av grenseverdiene. Dersom de biologiske kvalitetselementene indikerer «moderat», «dårlig» eller «svært dårlig» tilstand vil disse alene være styrende for klassifiseringen. Det dårligste biologiske kvalitetselementet avgjør den økologiske tilstanden («det verste styrer»-prinsippet; Figur 5).



Figur 5. Prinsippskisse for klassifisering av økologisk tilstand i henhold til klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013).

Kjemisk tilstand klassifiseres etter prinsipp som vist i Figur 6, dvs. «Ikke god kjemisk tilstand» oppnås dersom målte konsentrasjoner av prioriterte stoffer (EU) er høyere enn EQS-verdier gitt for disse stoffene i vannforskriften (Lovdata, 2015).



Figur 6. Prinsippskisse for bestemmelse av kjemisk tilstand.

2.4.1 Vannregionspesifikke stoffer og prioriterte stoffer (EU)

For vannregionspesifikke stoffer benyttes grenseverdier gitt i veileder M-608 for klassifisering av vann, sediment og biota. For prioriterte stoffer (EU) benyttes de grenseverdier og føringer som er gitt i Lovdata (Vannforskriften 2015) for vann, sediment og biota (fisk i hovedsak). Disse er også gitt i M-608. Miljødirektoratet har også fått laget klassegrenser i vann og sediment for vannregionspesifikke stoffer og prioriterte stoffer (også gitt i M-608). Konsentrasjoner bestemt i sjøvann i overvåkingen i 2017 er plassert i disse tilstandsklassene.

3 Resultater

3.1 Økologisk tilstand

3.1.1 Biologiske kvalitetselementer

Ingen biologiske kvalitetselementer ble evaluert i overvåkingen i 2017.

3.1.2 Fysisk-kjemiske kvalitetselementer

Eventuell betydning for økologisk tilstand av de fysisk-kjemiske kvalitetselementene siktedyp og oksygen er presentert i Tabell 8. Det er nEQR-verdier som er presentert (gjennomsnitt for sommerperioden juni til august). Saltholdighet, temperatur og oksygen (alle tidspunkt og dyp) er fremstilt grafisk i Vedlegg B.

Oksygen ved bunn er kun målt med sonde og bunn er definert som dypeste måling (mellom 38-40m). For stasjon SØ7/2 som har bunn dyp på ca. 40 m, dekker disse målingene nesten hele vannsøylen, mens 38-40 m er for stasjonene Lind1 (ca. 55 m) noe over bunnen. På stasjon S22 er målingene foretatt til bunnen.

Sørfjorden har hatt utfordringer med lave oksygenkonsentrasjoner forklart med høyt nitrat innhold på grunn av utslipp fra Odda smelteverk samt utlekking av nitrogen fra bunnsedimentene, men i de siste årene har lave oksygenkonsentrasjoner i større grad skyldtes den naturlige variasjonen i Sørfjorden (Ruus et al., 2009). I Vedlegg B er temperatur, saltholdighet, og oksygen presentert for vannsøylen fra overflaten til 40 m dyp for stasjonene SØ7/2, Lind1, og S22SØr. Disse stasjonene er lokalisert i indre Sørfjorden (Figur 2). Laveste oksygenkonsentrasjoner er målt ved bunnen (dypeste sondemåling) for stasjonene SØ7/2 og Lind1 og presentert i Tabell 9. I det tidligere statlige overvåkingsprogrammet (frem t.o.m. 2012) i Sørfjorden ble det gjort målinger hvert år fra 2003 og annet hvert år fra 2007, og de første målingene for det gjeldende året startet i mai. I Ruus et al. (2009) ble det vurdert at oppholdstiden innenfor Lindesneset på vannmassene mellom 10-15 m og bunn er oftest på 3 til 5 døgn, som tyder på en god vannutskiftning i Sørfjorden. Det er typisk for norske fjorder å ha et oksygenminimum om sommeren/høsten på grunn av nedbrytning av organisk materiale, som synker ned etter en oppblomstring av planteplankton. I Molvær (2007) var det et oksygenminimum i august 2006, mens det i Ruus et al. (2009) var et minimum i september 2008. I figurene i vedlegg B går det fram at de laveste oksygenmålingene ved SØ7/2, Lind1 og S22SØr ble observert i juni og juli. Lavest saltholdighet inntreffer også om sommeren, med høyere saltholdighet senere på året. Dette indikerer at en vannutskiftning oftest skjer i høstmånedene, og hvis en måned skulle vært foretrukket for å fange opp et oksygenminimum så vil dette være i etterkant av en periode med nedbrytning av organisk materiale og i forkant av en vannutskiftning. Det anbefales å fortsette å senke sonden helt ned til bunn (noe dypere enn i år, særlig ved Lind1) ved alle tidspunkter for prøvetakning i Sørfjorden for å fange opp oksygenminimumet for det aktuelle året.

Oksygen ved største sondedyp (antatt bunnvann) er presentert i Tabell 9 og benyttes sammen med siktdyp til å foreta en beregning av nEQR-verdi som benyttes for klassifisering. Datagrunnlaget som foreligger er ikke tilstrekkelig for å klassifisere etter veilederen. En vurdering av vannkvalitet som kun er basert på oksygen ved maksimum sondedyp og på siktdyp kan ikke fange opp de virkelige verdiene i vannsøylen og det er fullt mulig at oksygen nivået i bunnvannet er lavere enn hva vi viser i beregningene. Lavere oksygen målinger vil dermed kunne føre til at vannkvaliteten vurderes til å være dårligere enn hva som er vist i Tabell 9. I tillegg har vi ingen plankton eller nærings saltverdier vi

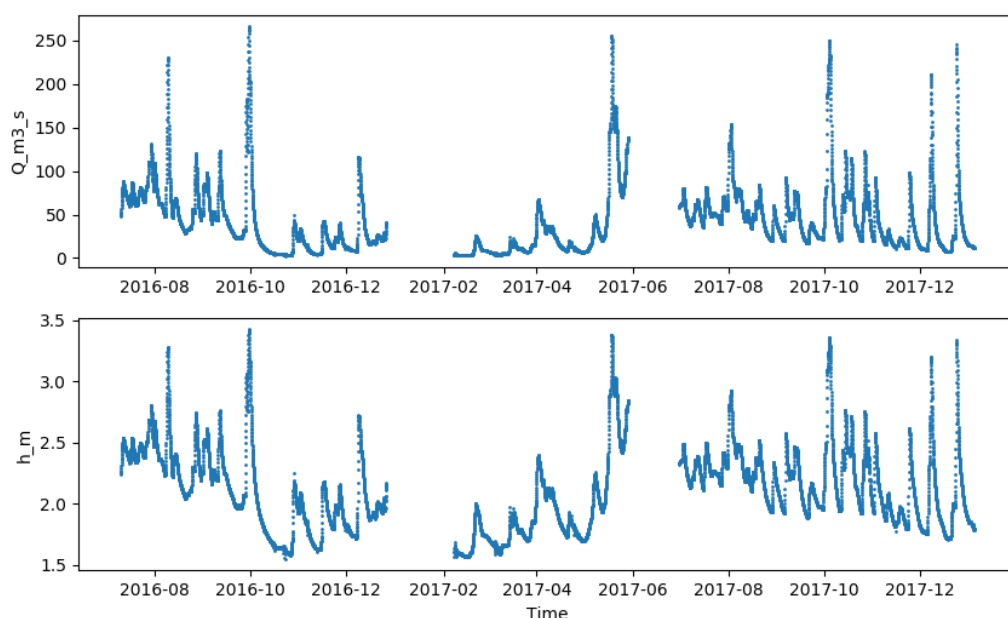
kan benytte til en forbedret vurdering. Vurdering av vannkvalitet gjort her må derfor ses i lys av dette. Beskrivelsene nedenfor henviser til figurene i Vedlegg B.

Stasjon SØ7/2

Stasjon SØ7/2 er lokalisert innerst i Sør fjorden. I henhold til vann-nett er dette Sør fjordens indre del, og det er en ferskvannspåvirket beskyttet fjord, med saltholdighet mellom 18 og 30 (polyhalin).

Stasjon SØ7/2 oppnår «Særlig god» tilstand for oksygen, og «Moderat» tilstand for siktedyp. Siktdypets lave nEQR verdi skyldes sannsynligvis planktonoppblomstring.

Vannstands- og vannføringsdata vist for elven Opo i Figur 7 har et sommermaksimum som typisk vil føre til høye næringsalts nivåer i Indre Sør fjorden.



Figur 7. Vannføringsdata (over) og vannstandsdata (under) fra Sandvenvatn (stasjonsnummer 48.1.0, elvehierarki Opo) for 2016-17. Kilde: sildre.nve.no).

Stasjon Lind1

Stasjon Lind1 er lokalisert litt lenger ut enn stasjon SØ7/2, og den tilhører i henhold til vann-nett samme vanntype som stasjon SØ7/2.

Stasjon Lind1 oppnår «Særlig god» tilstand for oksygen ved maksimum sondedyp, og «Moderat» tilstand for siktdyp.

Stasjon S22Sør

Stasjon S22Sør (utenfor Tyssedal) oppnår «Særlig god» tilstand for oksygen ved maksimum sondedyp, og «Moderat» tilstand for siktdyp.

Tabell 8. Eventuell betydning for økologisk tilstand (økologisk tilstand bestemmes ikke i mangel av biologiske kvalitetslementer) oppgitt som nEQR for hver stasjon for de fysisk-kjemiske støtteelementene oksygen og siktedyp. Blå=svært god, grønn=god, gul=moderat, oransje=dårlig og rød=svært dårlig.

	Stasjon	Stasjon	Stasjon
Parameter	Sø7/2	Lind1	S22Sør
<i>Næringssalter, nEQR</i>			
Oksygen*	0,9	0,9	0,9
Siktdyp	0,5	0,5	0,5

*Ved maksimum sondedyp (ca. 40 meter. Dybden på stasjonene Sø7/2 og Lind1 er henholdsvis 45 og 55 m; se Tabell 4).

Tabell 9. Målt oksygen ved største dyp vha. oksygensonde.

Stasjon:	Sø7/2	Lind1	S22Sør
mg O ₂ /l	3,79	4,34	4,21
ml O ₂ /l	5,41	6,2	6,01
Dyp (m)	38	40	38

Tabell 10. Gjennomsnitt av saltholdighet for dyp 0-10 m for mai til september 2017 og juni til august 2017.

	Sø7/2	Lind1	S22Sør
Mai-Sep	18,51	18,24	19,45
Jun-Aug	17,71	17,18	17,48

Tabell 11. Gjennomsnitt av temperatur for dyp 0-10 m for mai til september 2017 og juni til august 2017.

	Sø7/2	Lind1	S22Sør
Mai-Sep	10,58	10,76	9,85
Jun-Aug	10,44	10,76	10,62

Tabell for næringsalter i Veileder 02:2013 er fordelt i ulike klassegrenser avhengig av hva slags saltholdighet vannforekomsten har. I vann-nett er Sørfjorden definert som en ferskvannspåvirket beskyttet fjord med saltholdighet mellom 18 og 30. Ved å beregne gjennomsnittet for saltholdighet over dypene 0-10 m for alle måletidspunktene i denne overvåkningen i 2017 så stemmer denne definisjonen (se Tabell 10). Men hvis en beregner gjennomsnittsverdien for saltholdighet fra juni til august som er sommerperioden definert i veilederen, så vil saltholdigheten være nærmere 18 for de samme dypene (Tabell 10) og under 18 for stasjon SØ7/2. Hvis sommerklassifiseringen hadde vært gjort med disse gjennomsnittsverdiene som utgangspunkt, så vil grenseverdiene og dermed nEQR-verdiene for næringsaltene kunne være annerledes. I denne rapporten har vi valgt å klassifisere i henhold til definisjonen av den gjeldende vannforekomsten gitt i vann-nett, altså for vanntype med saltholdighet større enn 18. I denne rapporten har vi tatt utgangspunkt i at stasjon Lind1 og S22Sør har vanntypen «ferskvannspåvirket fjord» og at stasjon SØ7/2 har vanntypen «sterkt ferskvannspåvirket fjord».

3.1.3 Vannregionspesifikke stoffer

En klassifisering av de konsentrasjoner som er målt av vannregionspesifikke stoffer er gjort og presentert i Tabell 12 og Tabell 13. Grenseverdiene som konsentrasjonene er relatert til er presentert i Tabell 14. Hver enkelt måling (konsentrasjoner i vann de enkelte aktuelle måneder, samt replikater av blåskjell er presentert i Vedlegg A).

Konsentrasjoner i vann representerer gjennomsnitt av 12 målinger (en i hver måned) på stasjonene SØ7/2 og Lind1 (målinger gjort av Hardanger miljøseniter for Boliden Odda), og gjennomsnitt av 6 målinger (januar, mars, mai, juli, september og november) på stasjon S22Sør (målinger gjort av Hardanger miljøseniter for Tizir Titanium & Iron). Konsentrasjonene i blåskjell representerer gjennomsnitt av 3 replikater på stasjonene SØb1, B1 og B3, samlet i oktober.

Ingen av stasjonene for sjøvann oppnådde god tilstand mhp vannregionspesifikke stoffer, på grunn av forhøyede gjennomsnittlige årskonsentrasjoner av sink, samt av arsen på stasjon S22Sør (variasjonen mellom månedene går frem av Vedlegg A). Det må også bemerkes at flere månedsverdier av kobber og sink oversteg grenseverdien for høyeste akseptable konsentrasjon (MAC) på flere stasjoner (Tabell 12). Det bemerkes (som tidligere; Ruus et al. 2016) at grenseverdien for arsen er lav (basert på en EC10/NOEC for *Strongylocentrotus purpuratus* på 6 µg/L og en sikkerhetsfaktor 10, som blir 0,6 µg/L; Arp et al. 2014). I følge Donat og Bruland (1995) er vanlige konsentrasjoner av arsen i sjøvann mellom 1,5 og 1,8 µg/L (20 - 24 µM).

Ingen konsentrasjoner av Benzo(a)antracen (det eneste vannregionspesifikke stoffet som kan klassifiseres i blåskjell iht. M-608) viste overskridelse av grenseverdien. Det var liten variasjon mellom replikatene (se Vedlegg A).

Tabell 12. Eventuell betydning for økologisk tilstand for hver stasjon (vann) mhp. vannregionspesifikke stoffer. Beregnede gjennomsnittsverdier for hver parameter er oppgitt for hver stasjon (sjøvann). «Det verste styrer»-prinsippet ligger til grunn for tilstandsvurderingen (dersom ett stoff overstiger grenseverdien blir tilstanden på stasjonen ikke klassifisert som god). Stoffer som overskrider EQS-verdien angis med sort celle med hvit skrift.

Parameter	Enhet	Stasjon	Stasjon	Stasjon
		Lind1	Sø7/2	S22sør
Cu	µg/L	0,65	1,11 ²	1,99 ³
Zn	µg/L	17,03 ¹	21,71 ¹	13,37 ⁴
As	µg/L	0,41	0,45	1,11
Cr	µg/L	0,47	1,02	0,75
Totalresultat		Ikke god	Ikke god	Ikke god

¹⁾ De fleste månedsverdier overstiger også MAC-EQS (sjøvann)

²⁾ Høyeste månedsverdi (september) overstiger MAC-EQS (sjøvann).

³⁾ Høyeste månedsverdi (mars) overstiger MAC-EQS (sjøvann).

⁴⁾ Alle månedsverdier overstiger også MAC-EQS (sjøvann)

Tabell 13. Eventuell betydning for økologisk tilstand for hver stasjon mhp. vannregionspesifikke stoffer i blåskjell (Benzo(a)antracen er det eneste vannregionspesifikke stoffet gitt grenseverdi (Veileder M-608), som er målt i blåskjell). Beregnede gjennomsnittsverdier (3 replikater) for hver parameter er oppgitt for hver stasjon. «Det verste styrer»-prinsippet ligger til grunn for tilstandsvurderingen (dersom ett stoff overstiger grenseverdien blir tilstanden på stasjonen ikke klassifisert som god). Stoffer som overskrider EQS-verdien angis med sort celle med hvit skrift.

Parameter	Enhet	Stasjon	Stasjon	Stasjon
		Søb1	B1	B3
<i>Vannregionspesifikke stoffer i biota (her blåskjell)</i>				
Benzo(a)antracen	µg/kg VV	2,44	0,58	0,52
Totalresultat		God	God	God

Tabell 14. Grenseverdier som ligger til grunn for klassifisering av økologisk tilstand i forhold til vannregionspesifikke stoffer.

Parameter	Enhet	Grenseverdi
<i>Vannregionspesifikke stoffer i vann</i>		
Cu	µg/L	2,6
Zn	µg/L	3,38
As	µg/L	0,6
Cr	µg/L	3,4
<i>Vannregionspesifikke stoffer i biota (her blåskjell)</i>		
Benzo(a)antracen	µg/kg VV	304

3.2 Kjemisk tilstand

En klassifisering av de konsentrasjoner som er målt av prioriterte stoffer (EU) er presentert i Tabell 15 og Tabell 17. Grenseverdiene som konsentrasjonene er relatert til er presentert i Tabell 18. Hver enkelt måling (konsentrasjoner i vann de enkelte aktuelle måneder, samt replikater av blåskjell er presentert i Vedlegg A).

Konsentrasjoner i vann representerer gjennomsnitt av 12 målinger (månedlig) på stasjonene SØ7/2 og Lind1 (målinger gjort av Hardanger miljøsender for Boliden Odda), og gjennomsnitt av 6 målinger (annenhver måned) på stasjon S22SØr (målinger gjort av Hardanger miljøsender for Tizir Titanium & Iron). Konsentrasjonene i blåskjell representerer gjennomsnitt av 3 replikater på hver stasjon, samlet i oktober.

Stasjonene Lind1 og S22SØr oppnådde god kjemisk tilstand mhp. konsentrasjoner av Cd, Pb og Ni i vann. Merk at det ikke foreligger noen grenseverdi for årlig gjennomsnitt av kvikksølv, kun en MAC-EQS (maksimalverdi) på 0.07 µg/L. Ingen månedsverdier overstiger denne maksimalverdien. Stasjon SØ7/2 oppnådde ikke god kjemisk tilstand på grunn av forhøyet gjennomsnittlig årskonsentrasjon av bly. Det bemerkes at dette skyldtes forhøyede konsentrasjoner enkelte måneder og særlig i april, som trakk opp gjennomsnittet (konsentrasjoner 8 av 12 prøvetakingstidspunkt var under grenseverdien. De enkelte månedsvise konsentrasjonene er presentert i Vedlegg A.

Miljødirektoratet har gitt tilstandsklasser for kystvann (Veileder M-608). Konsentrasjonene som er målt i sjøvann er tilstandsklassifisert iht. disse og presentert i Tabell 16. Resultatene viser i hovedsak årlige gjennomsnittskonsentrasjoner i tilstandsklasse II (god tilstand), men unntak av for sink på samtlige stasjoner (tilstandsklasse IV, dårlig), for bly på stasjon SØ7/2 (tilstandsklasse III, moderat), og for arsen på stasjon S22SØr (tilstandsklasse III, moderat).

Blåskjell på stasjon SØb1 og B1 viste konsentrasjoner av kvikksølv som var for høye til å klassifiseres som god kjemisk tilstand. Stasjon B3 oppnådde god kjemisk tilstand. Det var liten variasjon mellom replikatene (se Vedlegg A).

Tabell 15. Kjemisk tilstand for prioriterte stoffer (EU) i sjøvann. Beregnede gjennomsnittsverdier for hver parameter er oppgitt for hver stasjon (sjøvann). «Det verste styrer»-prinsippet ligger til grunn for tilstandsvurderingen. (Blå=god tilstand, rød=ikke god tilstand)

Parameter	Enhet	Stasjon	Stasjon	Stasjon
		Lind1	Sø7/2	S22Sør
Cd	µg/L	0,15	0,19	0,11
Pb	µg/L	1,13	1,59	1,29
Ni	µg/L	0,31	0,58	0,52
Hg	µg/L	0,011 ¹	0,010 ¹	0,008 ¹
Totalresultat		God	Ikke god	God

¹⁾ Det foreligger ikke noen grenseverdi for årlig gjennomsnitt av kvikksølv, kun en MAC-EQS (maksimalverdi) på 0.07 µg/L. Ingen månedsverdier overstiger denne.

Tabell 16. Tilstandsklassifisering (iht. Miljødirektatets tilstandsklasser; M-608) av observerte konsentrasjoner av metaller i vann.

Stasjon	Lind 1			Sø7/2			S22Sør		
	Gj. Snitt (år)	Min. (måned)	Max. (måned)	Gj. Snitt (år)	Min. (måned)	Max. (måned)	Gj. Snitt (år)	Min. (måned)	Max. (måned)
Zn	IV	I	V	IV	II	V	IV	IV	IV
Cd	II	II *	III	II	II *	III	II	II *	II
Cu	II	II *	II	II	II *	III	II	II *	IV
As	II	II *	III	II	II *	III	III	II	III
Pb	II	II	III	III	II	III	II	II	III
Cr	II	II *	II	II	II *	II	II	II *	II
Ni	I	I	II	II	I	II	II	I	II
Hg	II	II *	II	II	II *	II	II	II *	II

*Deteksjonsgrensen ligger i klasse II

Tabell 17. Kjemisk tilstand for prioriterte stoffer (EU) i biota (her blåskjell). Beregnede gjennomsnittsverdier for hver parameter er oppgitt for hver stasjon (3 replikater). «Det verste styrer»-prinsippet ligger til grunn for tilstandsvurderingen. (Blå=god tilstand, rød=ikke god tilstand)

Parameter	Enhet	Stasjon	Stasjon	Stasjon
		Søb1	B1	B3
<i>Prioriterte stoffer (EU) i biota (her blåskjell)</i>				
Hg *	mg/kg VV	38	25	19
Naftalen	µg/kg VV	<14,6	<17,6	<18,2
Antracen	µg/kg VV	<0,498	<0,572	<0,517
Fluoranten	µg/kg VV	4,78	3,62	1,73
Benzo(a)pyren	µg/kg VV	0,558	0,175	<1,93
Totalresultat		Ikke god	Ikke god	God

* Grenseverdi for kvikksølv gjelder fisk. Alternativ taksa eller matriks kan benyttes dersom denne gir samme beskyttelsesnivå.

Tabell 18. Grenseverdier for klassifisering av kjemisk tilstand.

Parameter	Enhet	Grenseverdi
<i>Prioriterte stoffer (EU) i vann</i>		
Cd	µg/L	0,2
Pb	µg/L	1,3
Ni	µg/L	8,6
Hg	µg/L	-*
<i>Prioriterte stoffer (EU) i biota, her blåskjell</i>		
Hg	µg/kg VV	20
Naftalen	µg/kg VV	2400
Antracen	µg/kg VV	2400
Fluoranten	µg/kg VV	30
Benzo(a)pyren	µg/kg VV	5

* Det foreligger ikke noen grenseverdi for årlig gjennomsnitt av kvikksølv, kun en MAC-EQS (maksimalverdi) på 0.07 µg/L.

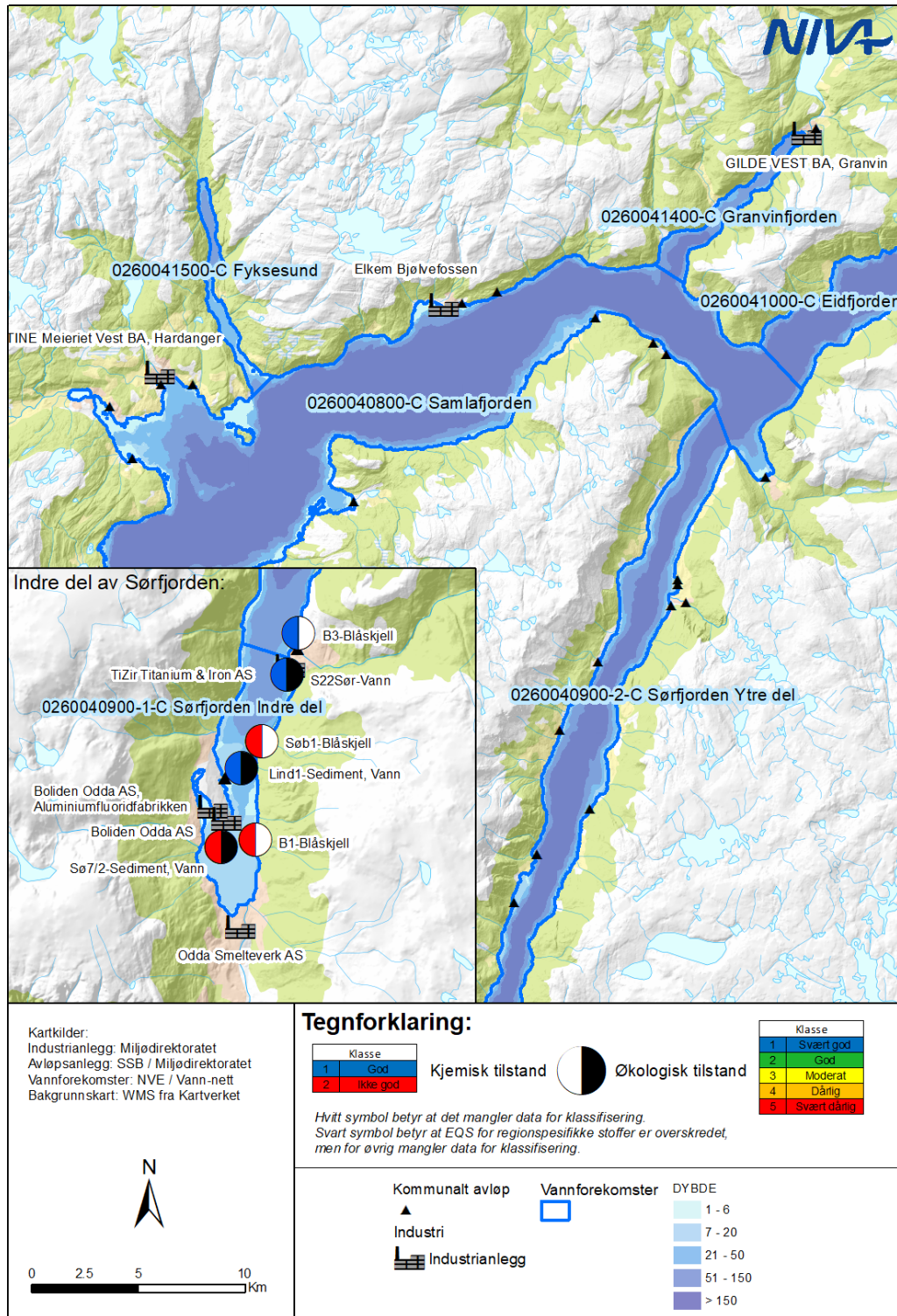
3.3 Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner

En oversikt over økologisk og kjemisk tilstand per stasjon er gitt i Tabell 19. Biologiske kvalitetselementer er ikke evaluert i overvåkingen 2017. Det påpekes at såfremt biologiske kvalitetselementer er i god/svært god tilstand, så vil overskridelse av vannregionspesifikke stoffer og/eller fysisk-kjemiske kvalitetselementer nedgradere den økologiske tilstanden til Moderat tilstand (se Figur 4). Ingen biologiske kvalitetselementer er evaluert i overvåkingen i 2017. Dersom vannregionspesifikke stoffer er analysert, men ingen biologiske kvalitetselementer, så klassifiseres økologisk tilstand ikke på stasjonen, men det påpekes at vannregionspesifikke stoffer (Zn) oversteg grenseverdien på stasjonene Lind1, SØ7/2 og S22SØr (Tabell 19).

Figur 8 viser økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjonene plassert i kart.

Tabell 19. Oversikt over økologisk (ikke klassifisert) og kjemisk tilstand per stasjon. Fargekode angir henholdsvis økologisk og kjemisk tilstand. For økologisk tilstand i moderat eller dårligere er i tillegg det dårligst klassifiserte kvalitetselementet angitt, og for kjemisk tilstand er eventuelle prioriterte stoffer (EU) som overskrider EQS angitt. Klassifisering av økologisk tilstand: Blå=svært god, grønn=god, gul=moderat, oransje=dårlig og rød=svært dårlig, blank=ikke data for å klassifisere økologisk tilstand. Vannregionspesifikke stoffer som overskrider miljøkvalitetsstandardene angis med sort celle med hvit skrift, dersom det ikke er målt biologiske kvalitetselementer for å angi økologisk tilstand. Klassifisering av kjemisk tilstand: Blå=God tilstand, rød=Ikke god tilstand.

Stasjonskode	Stasjonsnavn	Økologisk tilstand	Kjemisk tilstand
Lind1	Lind1	Vannregionspesifikke stoffer i vann: Zn (Moderat siktedyp)	
SØ7/2	SØ7/2	Vannregionspesifikke stoffer i vann: Zn (Moderat siktedyp)	Prioriterte stoffer (EU) i vann: Pb
S22sØr	S22sØr	Vannregionspesifikke stoffer i vann: Zn, As (Moderat siktedyp)	
SØb1	SØb1		Prioriterte stoffer (EU) i blåskjell: Hg
B1	B1		Prioriterte stoffer (EU) i blåskjell: Hg
B3	B3		



Figur 8. Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner overvåket i 2017. Økologisk tilstand er ikke klassifisert, men det er markert med sort der konsentrasjoner av vannregionspesifikke stoffer oversteg grenseverdiene.

3.4 Fluorid i sjøvann

Fluorid ble målt i sjøvann. På stasjonene SØ7/2 og Lind 1 ble overflatevann samlet inn og analysert månedlig. På stasjon S22Sør ble det gjort prøvetaking og analyse av overflatevann hver andre måned. Prøvetaking og analyse ble gjort i forbindelse med aktivitet for bedriftene gjennomført av Hardanger miljøseniter. I tillegg ble ufiltrert prøve av sjøvann (2 m dyp) på stasjon SØ10 samlet 6. november og analysert for fluorid. Resultatene er presentert i Tabell 20. Ingen konsentrasjoner over 300 µg/L kunne detekteres. Noralf informerte om at det ikke var produksjon ved aluminiumfluoridfabrikken i tidsrommene 19.01.2017-27.01.2017, 01.07.2017-02.08.2017 og 12.09.2017-17.09.2017. Resten av året var fabrikken i full produksjon.

Vanlige konsentrasjoner av fluorid i sjøvann ligger på rundt 1000 µg/l (Föyn, 1969; Government of British Columbia). Sjøvann inneholder bl.a. kalsium og magnesium, som danner fluoridsalter med lav løselighet (Seyfried og Ding, 1995). Fluorid vil derfor felle ut og sedimentere. Men det er tenkelig at ved å måle totalt fluorid i ufiltrerte prøver tatt nær et utslipp, vil man kunne fange opp også utfelte fluoridsalter som ennå ikke har sedimentert ut av vannsøylen.

Tabell 20. Konsentrasjoner av fluorid (µg/L) i sjøvann.

Måned	Fluorid (µg/L)		
	Stasjon SØ7/2 ¹	Stasjon Lind1 ¹	Stasjon SØ10 ²
Januar	<300	<300	
Februar	<300	<300	
Mars	<300	<300	
April	<300	<300	
Mai	<300	<300	
Juni	<300	<300	
Juli	<300	<300	
August	<300	<300	
September	<300	<300	
Oktober	<300	<300	
November	<300	<300	<300
Desember	<300	<300	

¹ Overflatevann

² Ufiltrert sjøvann fra 2 m dyp

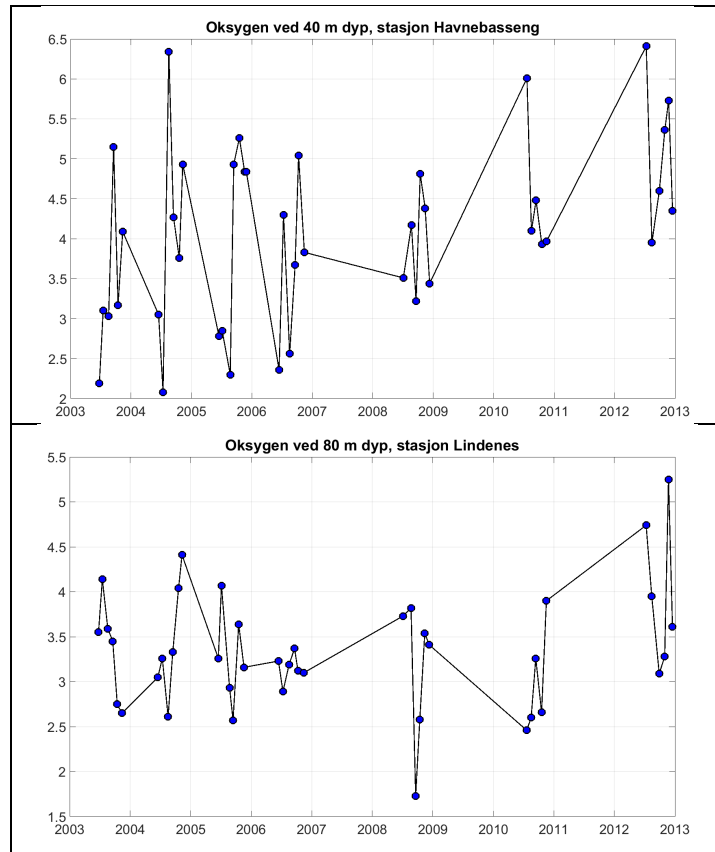
3.5 Tidstrender og andre betraktninger

3.5.1 Hydrografi

Målinger (i dybdeprofil) gjort med sonde (temperatur, saltholdighet og oksygen) er sammenstilt og presentert i Vedlegg B.

Som tidligere nevnt (Ruus et al. 2016), har Sørfjorden hatt utfordringer med lave oksygenkonsentrasjoner forklart med høyt nitrat innhold på grunn av utslipp fra Odda smelteverk samt utlekking av nitrogen fra bunnsedimentene, men i de siste årene har lave oksygenkonsentrasjoner i større grad skyldtes den naturlige variasjonen i Sørfjorden (Ruus et al., 2009). I Figur 9 er oksygen og saltholdighet presentert fra 30 til 40 m dyp for stasjon Havnebasseng og 80 m for Lindeneset med data fra 2003 til 2012. Stasjonen i havnebassenget er lokalisert i samme område som stasjonen SØ7/2. I Ruus et al. (2009) ble det vurdert at oppholdstiden innenfor Lindeneset på vannmassene mellom 10-15 m og bunn er oftest på 3 til 5 døgn, som tyder på en god

vannutskiftning i Sør fjorden. Det er typisk for norske fjorder å ha et oksygenminimum om sommeren/høsten på grunn av nedbrytning av organisk materiale, som etter en oppblomstring av planteplankton. For stasjonene SØ7/2, Lind1, og S22Sør ble det i 2017 observert svært god oksygenkonsentrasjon ved dypeste sondedyp (Tabell 9) og verdiene faller fint inn i den stigende trenden for oksygen sett fra tidligere observasjoner (Figur 9) i det samme området.



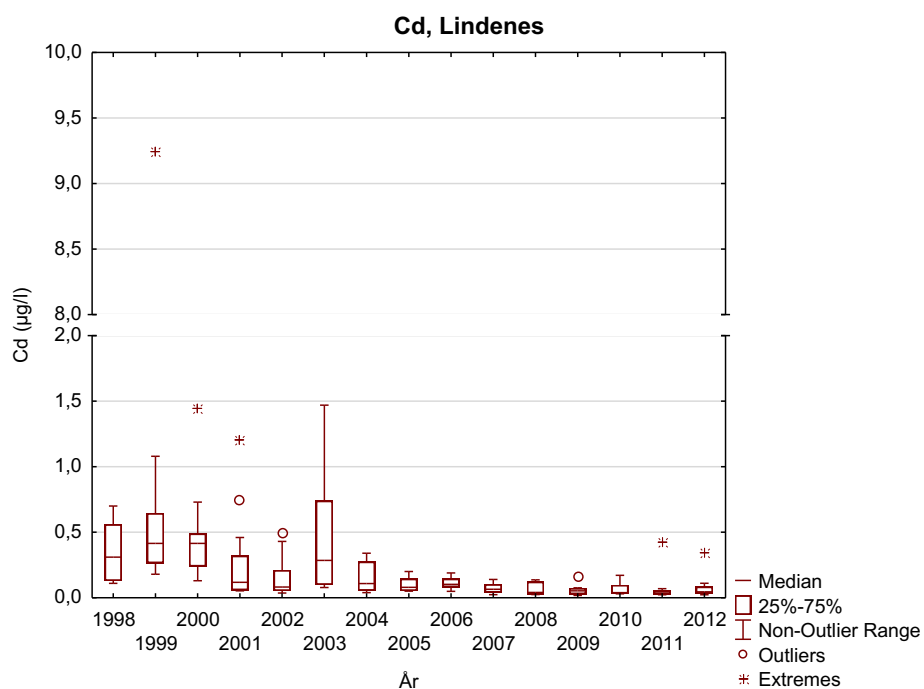
Figur 9. Oksygenkonsentrasjon fra stasjon Havnebasseng (øverst, fra 2003 til 2012) og stasjon Lindeneset (nederst, fra 2003 til 2012). Data fra tidligere overvåking i Sør fjorden.

3.5.2 Metaller i vann

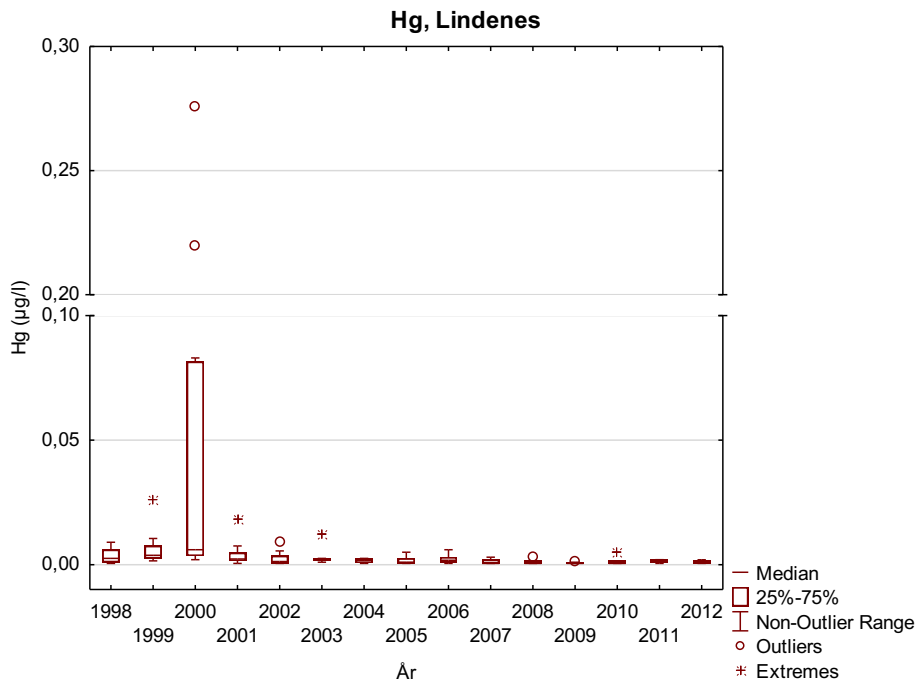
Årsgjennomsnitt og høyeste månedsverdi for konsentrasjoner av metaller i vann på stasjon SØ7/2 og Lind1 i 2015 og 2017 er sammenstilt i Tabell 21. Årsgjennomsnittet for bly var høyere i 2017, enn i 2015 på begge stasjoner (Mann-Whitney U; $p < 0,034$). Årsgjennomsnittet for sink var også høyere i 2017, enn i 2015 på stasjon SØ7/2 (Mann-Whitney U; $p < 0,008$). Til sammenligning presenteres også tidligere konsentrasjoner av metaller i vann ved stasjon Lindenes, som ligger 880 m nord for stasjon Lind1, i Figur 10 - Figur 14.

Tabell 21. Årsgjennomsnitt og høyeste månedsverdi for konsentrasjoner ($\mu\text{g/L}$) av metaller i vann på stasjon S ϕ 7/2 og Lind1 i 2015 og 2017.

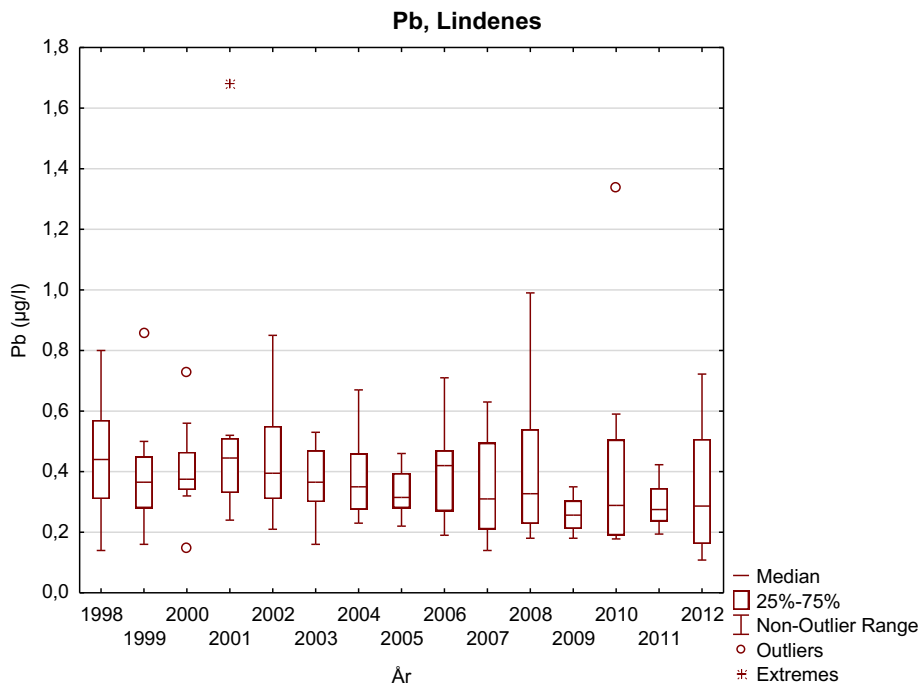
Stasjon Sϕ7/2		År	Zn	Cd	Cu	As	Pb	Hg
Årsgjennomsnitt ($\mu\text{g/L}$)	2015	6	0,16	0,75	0,55	0,56	0,009	
	2017	22	0,19	1,11	0,45	1,59	0,010	
Høyeste månedsverdi ($\mu\text{g/L}$)	2015	11	1,10	2,50	2,30	0,90	0,027	
	2017	100	0,93	5,00	1,60	7,20	0,025	
Stasjon Lind 1		År	Zn	Cd	Cu	As	Pb	Hg
Årsgjennomsnitt ($\mu\text{g/L}$)	2015	8	0,29	0,84	0,62	0,66	0,017	
	2017	17	0,15	0,65	0,41	1,13	0,011	
Høyeste månedsverdi ($\mu\text{g/L}$)	2015	32	3,00	2,70	1,60	2,50	0,094	
	2017	64	0,39	1,60	0,77	4,00	0,027	



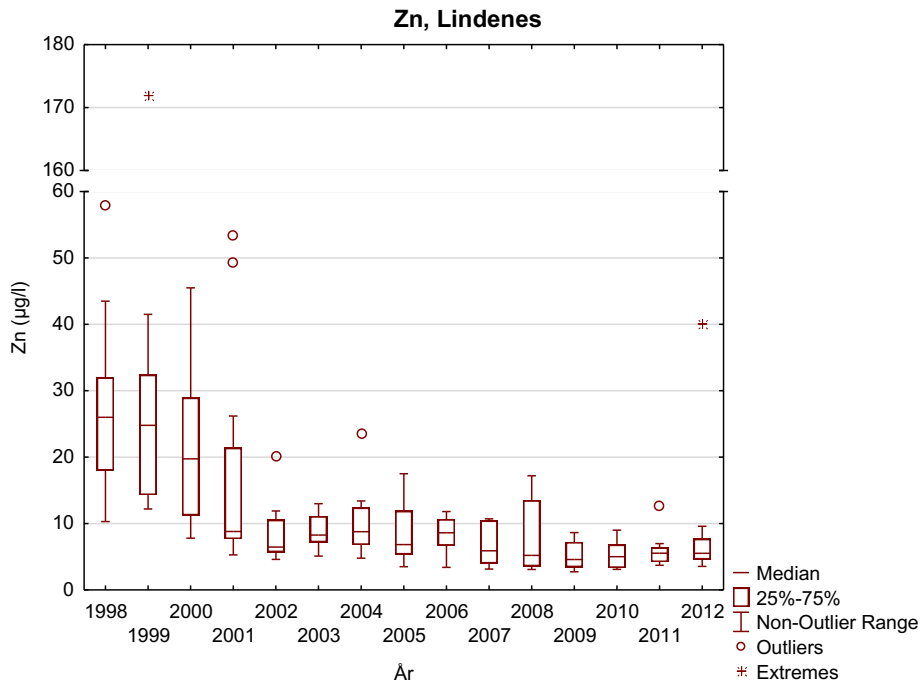
Figur 10. Årlige (median-) konsentrasjoner ($\mu\text{g/L}$) av Cd i sjøvann (overflate) ved stasjon Lindenes (880 m nord for stasjon Lind1) i tidligere overvåking av Sør fjorden (1998-2012). Det er gjort målinger 8-12 ganger per år. Merk brudd på akse.



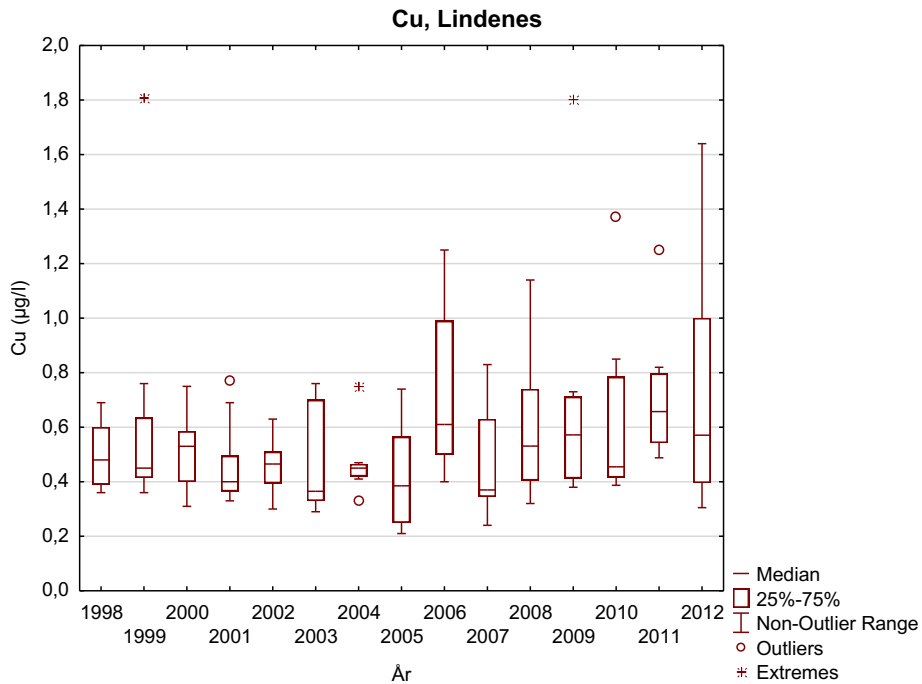
Figur 11. Årlige (median-) konsentrasjoner ($\mu\text{g/L}$) av Hg i sjøvann (overflate) ved stasjon Lindenes (880 m nord for stasjon Lind1) i tidligere overvåking av Sør fjorden (1998-2012). Det er gjort målinger 8-12 ganger per år. Merk brudd på akse.



Figur 12. Årlige (median-) konsentrasjoner ($\mu\text{g/L}$) av Pb i sjøvann (overflate) ved stasjon Lindenes (880 m nord for stasjon Lind1) i tidligere overvåking av Sør fjorden (1998-2012). Det er gjort målinger 8-12 ganger per år.



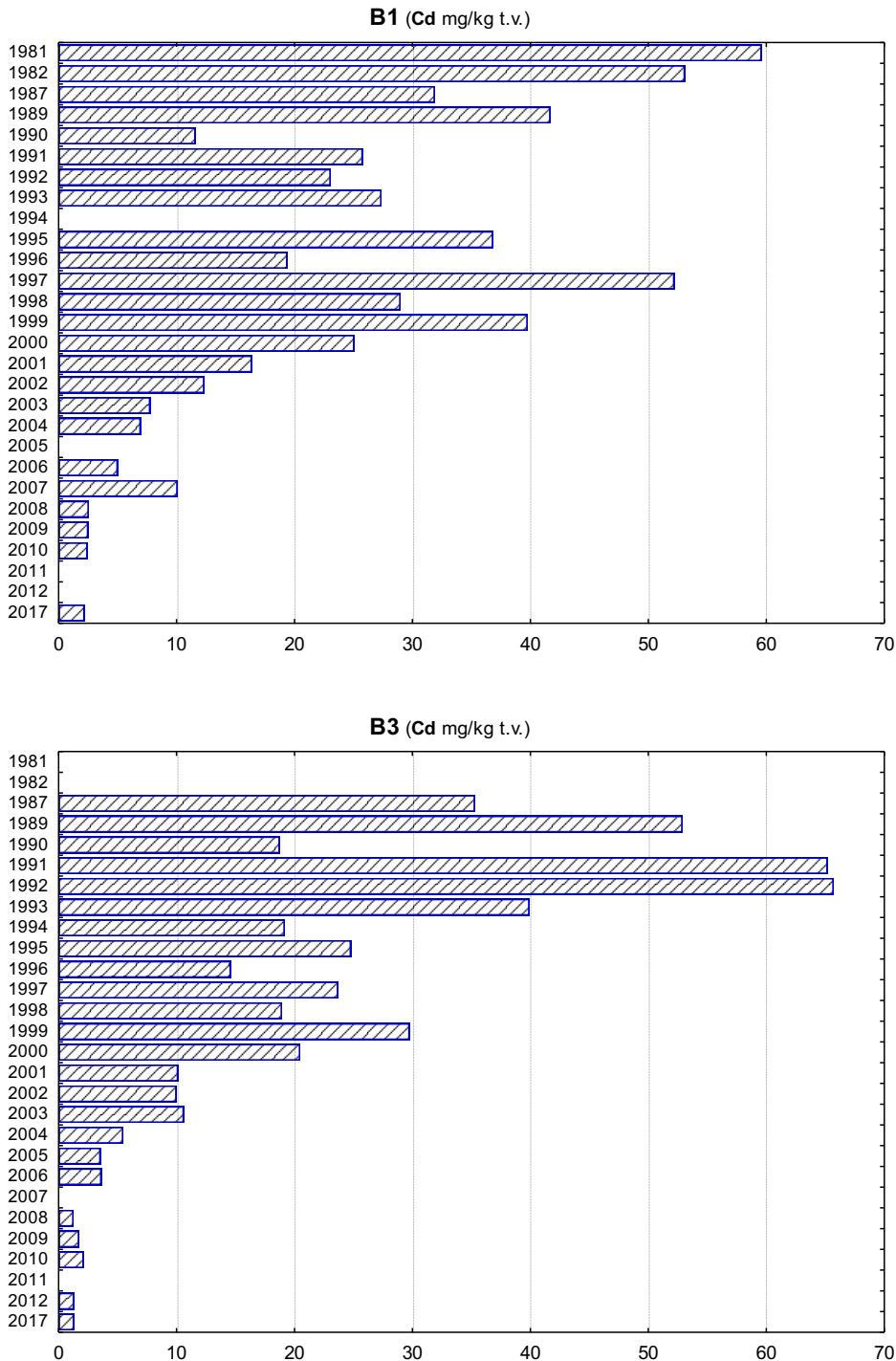
Figur 13. Årlige (median-) konsentrasjoner (µg/L) av Zn i sjøvann (overflate) ved stasjon Lindenes (880 m nord for stasjon Lind1) i tidligere overvåking av Sør fjorden (1998-2012). Det er gjort målinger 8-12 ganger per år. Merk brudd på akse.



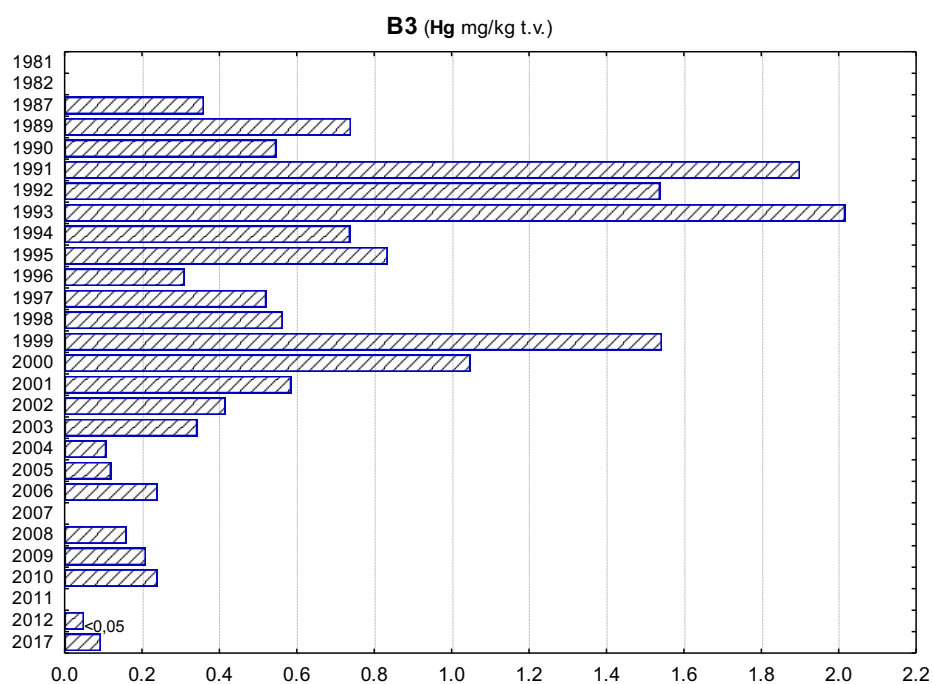
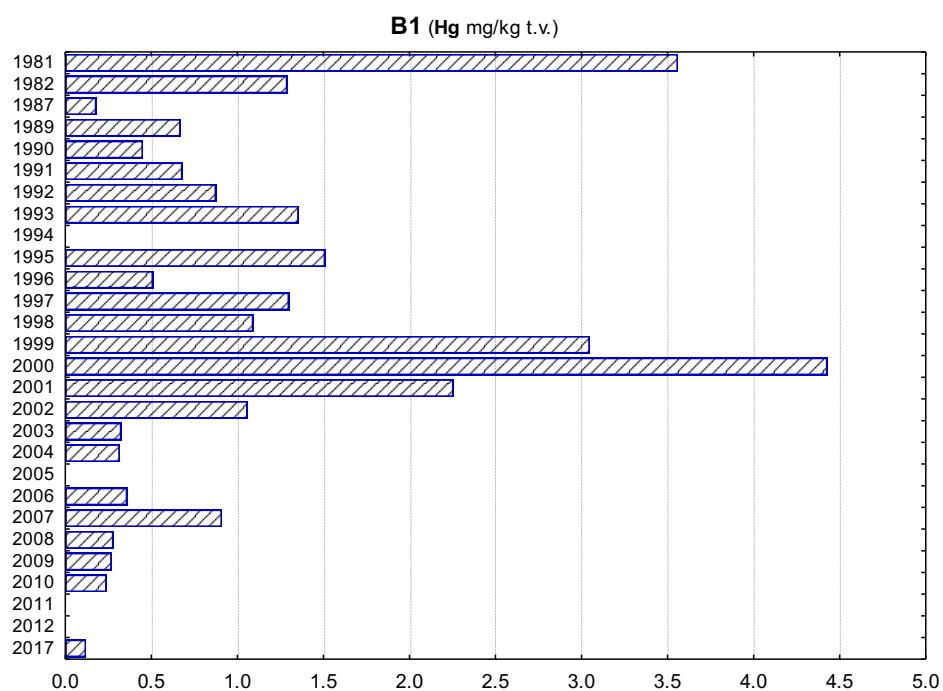
Figur 14. Årlige (median-) konsentrasjoner (µg/L) av Cu i sjøvann (overflate) ved stasjon Lindenes (880 m nord for stasjon Lind1) i tidligere overvåking av Sør fjorden (1998-2012). Det er gjort målinger 8-12 ganger per år.

3.5.3 Metaller i biota

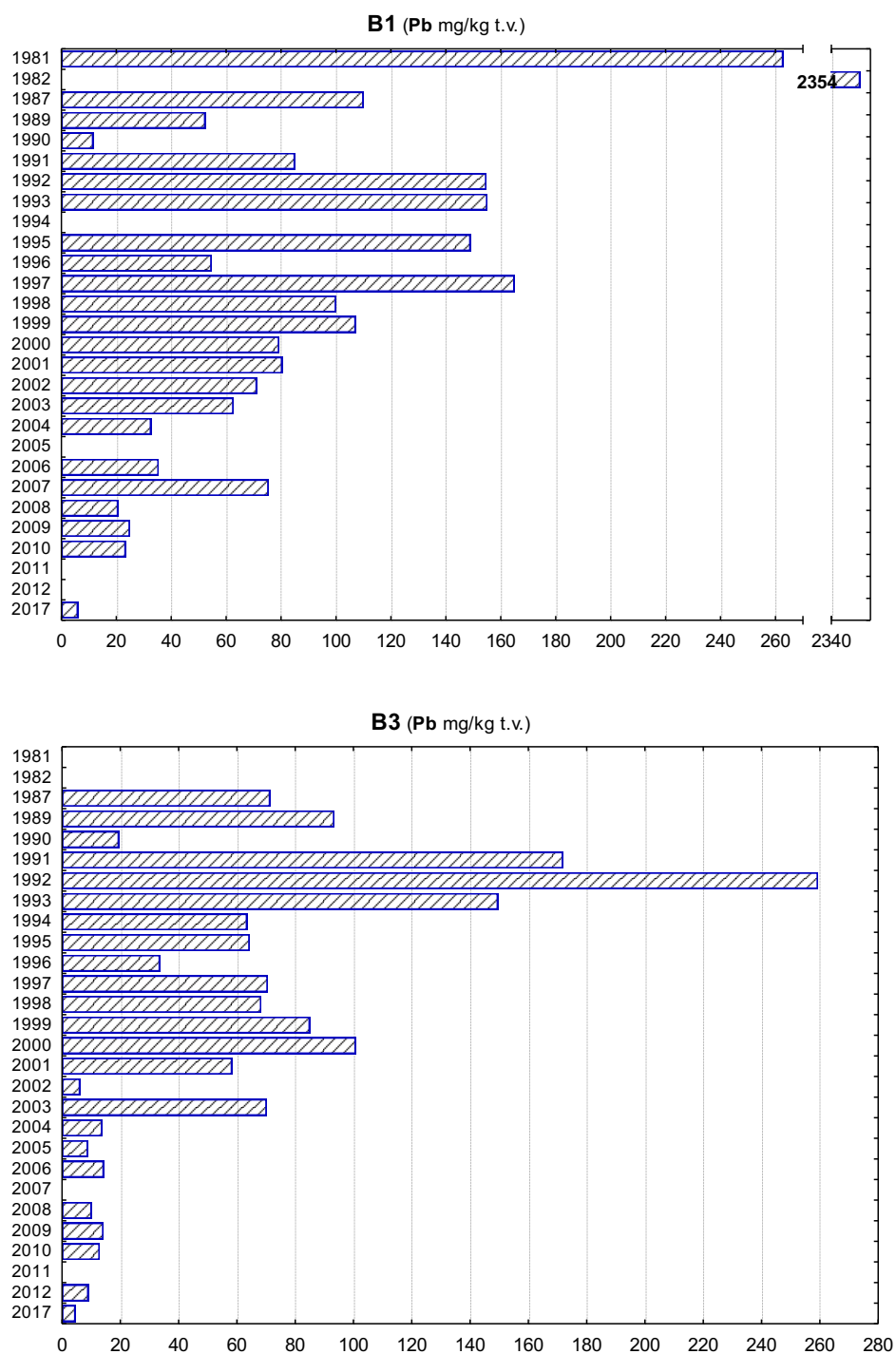
På stasjonene B1 (Byrkjenes) og B3 (Tyssedal) er Hg, Cd, Pb, Zn og Cu analysert i blåskjell i tidligere overvåking. Figur 15 - Figur 19 viser tidsutviklingen i konsentrasjoner av disse metallene på disse stasjonene (konsentrasjoner uttrykt på tørrvekt). Konsentrasjonene i 2017 føyer seg inn blant de laveste som er observert.



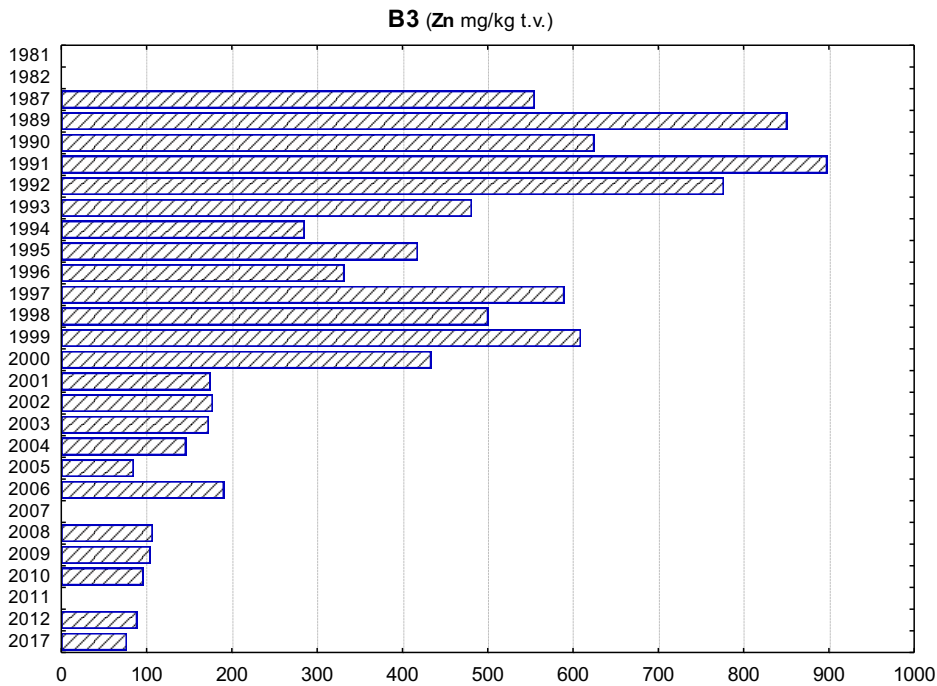
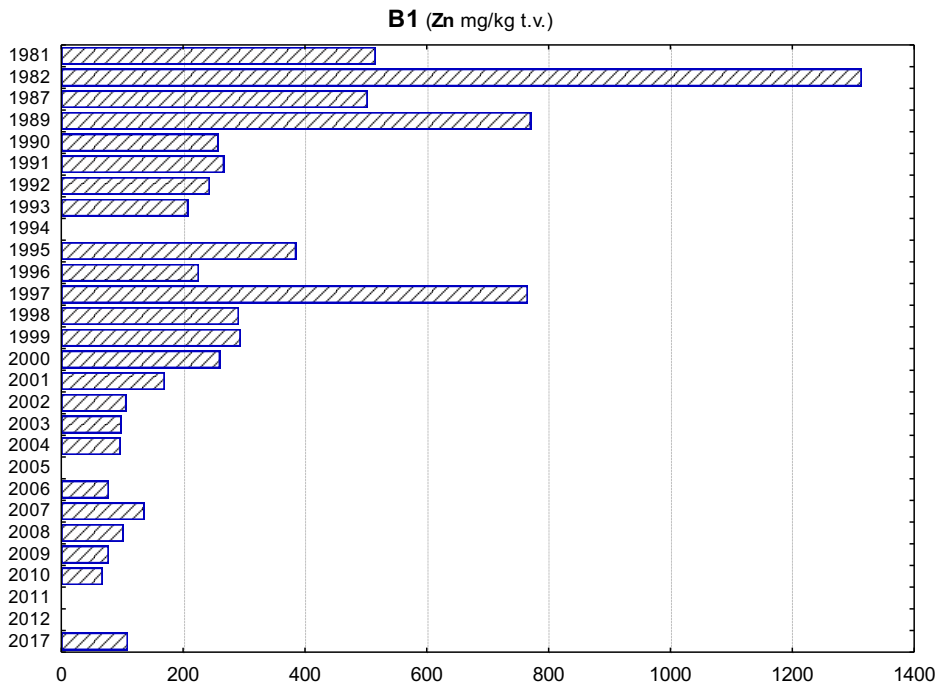
Figur 15. Konsentrasjoner (mg/kg tørrvekt) av Cd i blåskjell fra Sørfjorden samlet og analysert innenfor Statlig program for forurensningsovervåking (alle år), samt i foreliggende undersøkelse, på stasjonene B1 (øverst) og B3 (nederst).



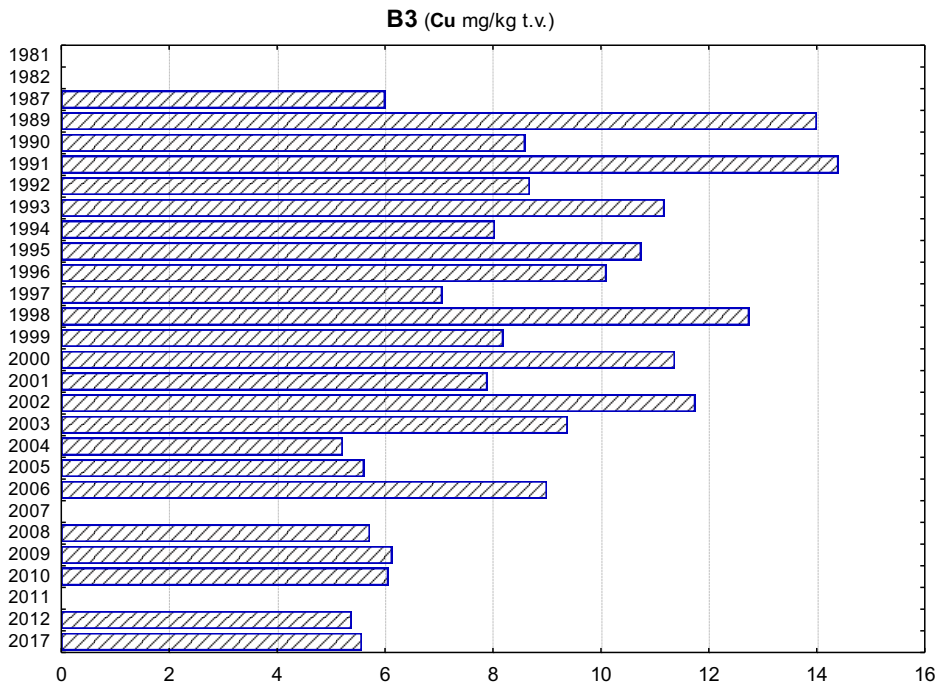
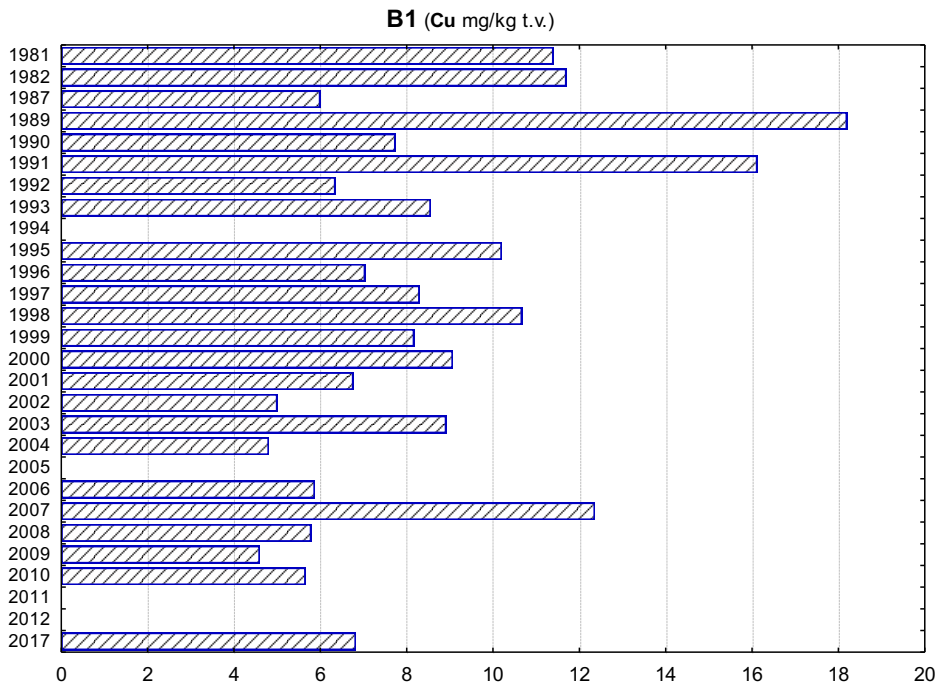
Figur 16. Konsentrasjoner (mg/kg tørrvekt) av Hg i blåskjell fra Sørkjorden samlet og analysert innenfor Statlig program for forurensningsovervåking (alle år), samt i foreliggende undersøkelse, på stasjonene B1 (øverst) og B3 (nederst). Merk: Ulik skala på aksene



Figur 17. Konsentrasjoner (mg/kg tørrvekt) av Pb i blåskjell fra Sjørfjorden samlet og analysert innenfor Statlig program for forurensningsovervåking (alle år), samt i foreliggende undersøkelse, på stasjonene B1 (øvert) og B3 (nederst). Merk: Ulik skala på aksene



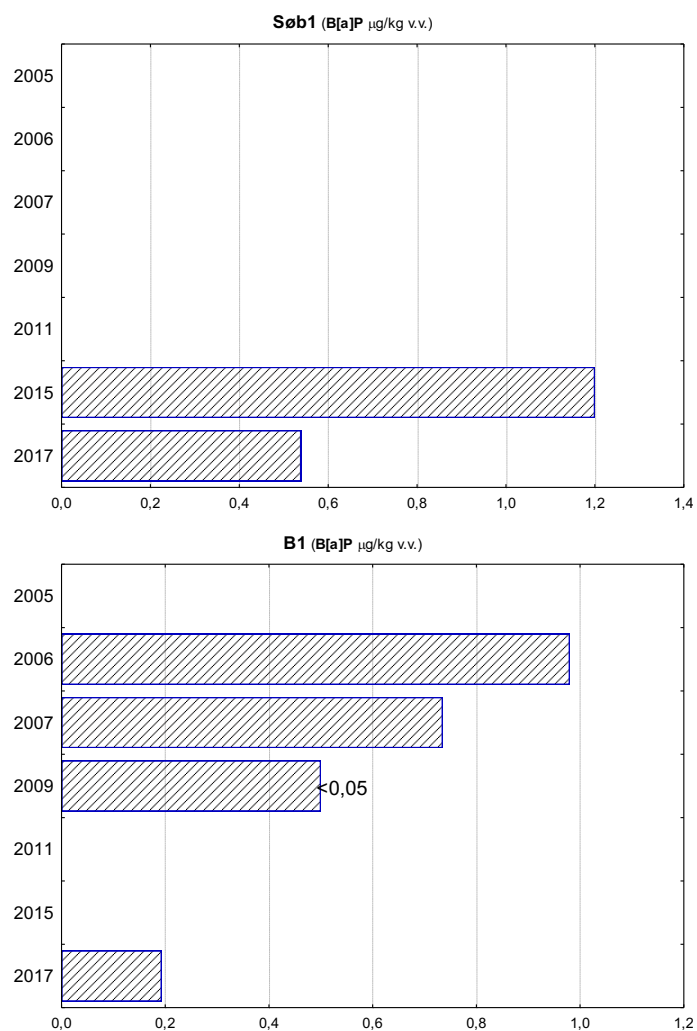
Figur 18. Konsentrasjoner (mg/kg tørrvekt) av Zn i blåskjell fra Sørfjorden samlet og analysert innenfor Statlig program for forurensningsovervåking (alle år), samt i foreliggende undersøkelse, på stasjonene B1 (øverst) og B3 (nederst). Merk: Ulik skala på aksene

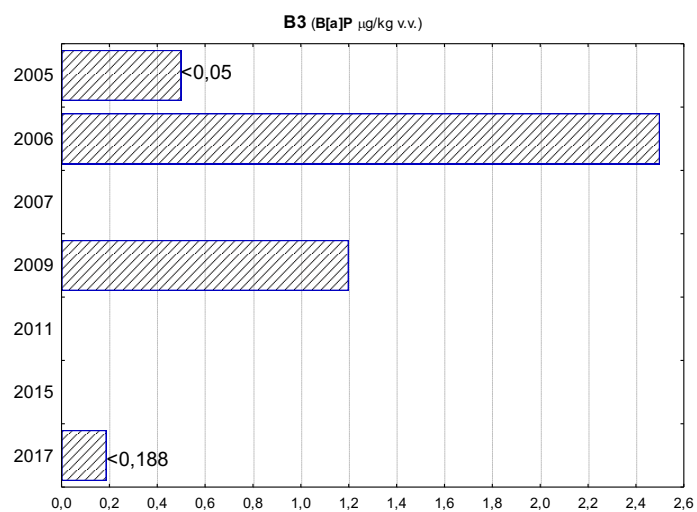


Figur 19. Konsentrasjoner (mg/kg tørrvekt) av Cu i blåskjell fra Sørfjorden samlet og analysert innenfor Statlig program for forurensningsovervåking (alle år), samt i foreliggende undersøkelse, på stasjonene B1 (øverst) og B3 (nederst). Merk: Ulik skala på aksene.

3.5.4 PAH i biota

På stasjonene B1 (Byrkjenes) og B3 (Tyssedal) er PAH-forbindelser analysert i blåskjell med ujevne mellomrom, siden 2005, i tidligere overvåking. På stasjon Søb1 også i 2015. Figur 20 viser tidsutviklingen i konsentrasjoner av benzo(a)pyren på disse stasjonene. Konsentrasjonene i 2017 er blant de laveste som er observert.





Figur 20. Konsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt) av benzo[a]pyren i blåskjell fra Sør fjorden samlet og analysert innenfor Statlig program for forurensningsovervåking (2005-2011) og tiltaksrettet overvåking av kystvann i vannområdet Hardanger 2015, samt i foreliggende undersøkelse, på stasjonene Søb1 (øverst), B1 (midt) og B3 (nederst). Merk: Ulik skala på aksene.

4 Oppsummering og konklusjoner

Fysisk-kjemiske kvalitetselementer

Økologisk tilstand ble ikke klassifisert, da det ikke forelå data på biologiske kvalitetselementer. Med hensyn på de fysisk-kjemiske støtteelementene viste oksygen ved største sondedyp (her antatt bunnvann) svært god tilstand (med forbehold om lavere verdier enda nærmere bunnen) på stasjonene SØ7/2 og Lind1. Siktedypet på disse stasjonene tilsvarte moderat tilstand. Siktdypets lave nEQR verdi skyldes sannsynligvis planktonoppblomstring.

Vannregionspesifikke stoffer og prioriterte stoffer (EU)

Grenseverdier for vannregionspesifikke stoffer og/eller prioriterte stoffer (EU) ble overskredet på flere stasjoner.

Sink (Zn) er et vannregionspesifikt stoff som overskred grenseverdiene i vann på samtlige stasjoner. Vedrørende prioriterte stoffer (EU) i vann var det forhøyede konsentrasjoner av bly (Pb) på stasjon SØ7/2 ved noen anledninger og særlig i april, som trakk årsgjennomsnittet over grenseverdien. Tilstandsklassifisering av konsentrasjonene av metaller i sjøvann viste i hovedsak årlige gjennomsnittskonsentrasjoner i tilstandsklasse II (god tilstand), men unntak av for sink på samtlige stasjoner (tilstandsklasse IV, dårlig), for bly på stasjon SØ7/2 (tilstandsklasse III, moderat), og for arsen på stasjon S22SØr (tilstandsklasse III, moderat).

Årsgjennomsnittet for konsentrasjonen av bly i sjøvann var høyere i 2017, enn i 2015 på stasjonene SØ7/2 og Lind1. Årsgjennomsnittet for sink var også høyere i 2017, enn i 2015 på stasjon SØ7/2.

Det påpekes at konsentrasjonen av bly på stasjon SØ7/2 i april var en faktor 6-7 høyere enn snittet av de øvrige 11 månedsmålingene. Dersom man ikke hadde hatt april med i beregningen ville grenseverdien ikke vært overskredet og stasjonen ville fått god kjemisk tilstand.

Bedriftene kunne ikke informere om noe ved deres aktivitet som skulle forklare de forhøyde verdiene observert i 2017 (særlig spesielt høye metallverdier på SØ7/2 i april). Det har pågått arbeid på vegne av NVE ifm. flomvern i Opo i 2017, hvilket man skal ha kunnet observere i form av farging av vannet i fjorden. Det er uvisst hvilken effekt dette kan ha hatt på metallkonsentrasjoner i vannet i fjorden, men det påpekes at denne aktiviteten har pågått i områder med tidligere industrivirksomhet og forurensede sedimenter. På generelt grunnlag vil ankring av skip også være en mulig medvirkning til oppvirvling av forurensede sedimenter.

I blåskjell var det kvikksølv som overskred grenseverdien på stasjonene SØb1 og B1. På stasjonene B1 (Byrkjenes) og B3 (Tyssedal) var konsentrasjonene av Hg, Cd, Pb, Zn og Cu i 2017 blant de laveste som er observert siden 1980-årene.

Det kunne ikke detekteres konsentrasjoner av fluorid i sjøvann over 300 µg/L.

Overvåkingen i 2017 som her er gjennomført er første år av et overvåkingsprogram utarbeidet av DIHVA, som skal følge forvaltingsperioden i Vannforskriftarbeidet fra 2016-2021, og som er i tråd med kravene i Vannforskriften, samt bygger videre på tidligere miljøundersøkelser i området. Programmet ble godkjent av Miljødirektoratet i brev av 22.12.2016. Miljødirektoratet foretar vurdering av hyppigheten av intervallene i overvåkingen ettersom resultater foreligger.

5 Referanser

Arp HP, Ruus A, Machen A, Lillicrap A. 2014. Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. Miljødirektoratets rapportserie M-241/2014.

Direktiv 2009/90 EC, Technical specifications for chemical analysis and monitoring of water status, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, 3 pp.

Direktoratsgruppa (2010). Veileder 02:2009. Overvåking av miljøtilstand i vann. Veileder for vannovervåking ikt. kravene i Vannforskriften.

Direktoratsgruppa (2013). Veileder 02:2013: Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.

Donat JR, Bruland KW. 1995 Trace elements in the oceans. In Trace Elements in Natural Waters (eds. E. Steinnes and B. Salbu). CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 247–281.

Föyn E. 1969. The composition of seawater and the significance of the chemical components of the marine environment. In Lange R. (Ed.) Chemical Oceanography. Universitetsforlaget. Oslo. pp. 11-34.

Government of British Columbia (Ministry of Environment, Environmental Protection Division). "Ambient water quality criteria for fluoride":
<http://www.env.gov.bc.ca/wat/wq/BCguidelines/fluoride/fluoridetoo-01.html>

Miljødirektoratet, 2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Veileder M-608/2016. 24 pp.

Molvær J. 2007. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2006. Delrapport 2. Oksygen, nitrogen og fosfor i vannmassene. TA 2308/2007, 29 pp.

OSPAR 2012. JAMP [Joint Assessment and Monitoring Programme] Guidelines for Monitoring Contaminants in Biota. OSPAR Commission, ref.no. 99-02e.

Ruus A, Kvassnes AJS, Ledang AB, Green NW, Schøyen M. 2012. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2012. Metaller i vannmassene, oksygen, nitrogen og fosfor i vannmassene, miljøgifter i organismer. Rapport M15-2013 fra Miljødirektoratet, NIVA-rapport 6549. 107 pp.

Ruus A, Kvassnes AJS, Ledang AB, Green N, Schøyen M. 2013. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2012 – Metaller i vannmassene, Oksygen, nitrogen og fosfor i vannmassene, Miljøgifter i organismer. Rapport M15-2013 fra Miljødirektoratet. 106 pp.

Ruus A, Skei J, Molvær J, Green N, Schøyen M. 2009. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2008 – Metaller i vannmassene, Oksygen, nitrogen og fosfor i vannmassene. TA 2519/2009, 91 pp.

Ruus A, Borgersen G, Ledang AB, Fagerli CW, Staalstrøm A, Norli M. 2016. Tiltaksrettet overvåking av kystvann i vannområdet Hardanger 2015. NIVA-rapport 6996-2016, 80 pp + vedlegg.

Skei J, Rygg B, Moy F, Molvær J, Knutzen J, Hylland K, Næs K, Green N, Johnsen T. 1998. Forurensningsutviklingen i Sørfjorden/Hardangerfjorden i perioden 1980-1997. Sammenstilling av resultater fra overvåking av vann, sedimenter og organismer. NIVA-rapport 3922, 95 pp.

Vannforskriften 2015. FOR-2006-12-15-1446, Forskrift om rammer for vannforvaltningen, www.lovdato.no

Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. 2013, 254 s.

Økland TØ. 2005. Kostholdsråd i norske havner og fjorder – En gjennomgang av kostholdsråd i norske havner og fjorder fra 1960-tallet til i dag. Rapport utarbeidet av Bergfald & Co på vegne av Mattilsynet, med Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) og statens forurensningstilsyn (SFT) som samarbeidende etater. 268 pp.

6 Vedlegg

Vedlegg A: Analyserapporter

A1: Alle analyserapporter

A2: Sammenstilte data

Metaller og fluorid i vann

Siktedyp

Metaller og polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell

Vedlegg B: Hydrografifigurer

Saltholdighet

Temperatur

Oksygen

Vedlegg A: Analyserapporter

A1: Alle analyserapporter

ANALYSERAPPORT

RapportID: 9021

Kunde: Anders Ruus
Prosjektnummer: O 17147 Biota - Vassområde Hardanger

Analyseoppdrag:	324-5218
Versjon:	1
Dato:	19.01.2018

Prøvenr.:	NR-2017-12176	Prøvemerkning:	Søb 1 repl. 1
Prøvetype:	BIOTA	Stasjon :	Søb1 Søb1-Blåskjell
Prøvetakningsdato:	23.10.2017 00.00.00	Art :	MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
Prøve mottatt dato:	13.11.2017	Vev :	SB/Whole soft body
Analyseperiode:	28.11.2017 - 04.01.2018	Individnr:	1

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fettinnhold	Intern metode (EKSTERN_EF)	3,14	%		0,1	Eurofins
Kvikksølv	NS-EN ISO 12846	0,036	mg/kg	30%	0,005	Eurofins
Bly	NS EN ISO 17294-2	2,7	mg/kg	25%	0,03	Eurofins
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,38	mg/kg	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	1,2	mg/kg	25%	0,02	Eurofins
Krom	NS EN ISO 17294-2	0,19	mg/kg	50%	0,03	Eurofins
Nikkel	NS EN ISO 17294-2	0,17	mg/kg	40%	0,04	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	18	mg/kg	25%	0,5	Eurofins
Acenaften	Internal Method 1	< 2,02	ng/g			Eurofins b)
Acenaftylen	Internal Method 1	< 0,349	ng/g			Eurofins b)
Antracen	Internal Method 1	< 0,498	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	2,41	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	0,539	ng/g			Eurofins b)
Benzo[b,j]fluoranten	Internal Method 1	3,32	ng/g			Eurofins b)
Benzo[g,h,i]perylene	Internal Method 1	0,484	ng/g			Eurofins b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	0,847	ng/g			Eurofins b)
Dibenzo[a,h]antracen	Internal Method 1	< 0,100	ng/g			Eurofins b)
Fenantren	Internal Method 1	4,10	ng/g			Eurofins b)
Fluoranten	Internal Method 1	4,70	ng/g			Eurofins b)
Fluoren	Internal Method 1	< 1,66	ng/g			Eurofins b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,351	ng/g			Eurofins b)
Krysen	Internal Method 1	3,04	ng/g			Eurofins b)
Naftalen	Internal Method 1	< 14,6	ng/g			Eurofins b)
Pyren	Internal Method 1	5,25	ng/g			Eurofins b)
Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	25,0	ng/g			Eurofins
Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	44,3	ng/g			Eurofins
Tørrestoff %	NS 4764	16	%	12%	0,02	Eurofins

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

Prøvenr.: NR-2017-12177
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 23.10.2017 00.00.00
Prøve mottatt dato: 13.11.2017
Analyseperiode: 28.11.2017 - 04.01.2018

Prøvemerkning: Søb 1 repl. 2
 Stasjon : Søb1 Søb1-Blåskjell
 Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
 Vev : SB/Whole soft body
 Individnr: 2

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fettinnhold	Intern metode (EKSTERN_EF)	3,11	%		0,1	Eurofins
Kvikksølv	NS-EN ISO 12846	0,037	mg/kg	30%	0,005	Eurofins
Bly	NS EN ISO 17294-2	2,5	mg/kg	25%	0,03	Eurofins
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,37	mg/kg	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	0,96	mg/kg	25%	0,02	Eurofins
Krom	NS EN ISO 17294-2	0,12	mg/kg	50%	0,03	Eurofins
Nikkel	NS EN ISO 17294-2	0,11	mg/kg	40%	0,04	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	18	mg/kg	25%	0,5	Eurofins
Acenaften	Internal Method 1	< 1,90	ng/g			Eurofins b)
Acenaftylen	Internal Method 1	< 0,329	ng/g			Eurofins b)
Antracen	Internal Method 1	< 0,466	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	2,71	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	0,646	ng/g			Eurofins b)
Benzo[b,j]fluoranten	Internal Method 1	3,75	ng/g			Eurofins b)
Benzo[g,h,i]perylene	Internal Method 1	0,490	ng/g			Eurofins b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	1,02	ng/g			Eurofins b)
Dibenzo[a,h]antracen	Internal Method 1	< 0,100	ng/g			Eurofins b)
Fenantren	Internal Method 1	4,34	ng/g			Eurofins b)
Fluoranten	Internal Method 1	5,16	ng/g			Eurofins b)
Fluoren	Internal Method 1	< 1,66	ng/g			Eurofins b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,407	ng/g			Eurofins b)
Krysen	Internal Method 1	3,46	ng/g			Eurofins b)
Naftalen	Internal Method 1	< 14,6	ng/g			Eurofins b)
Pyren	Internal Method 1	4,44	ng/g			Eurofins b)
Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	26,4	µg/kg			Eurofins
Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	45,5	µg/kg			Eurofins
Tørrestoff %	NS 4764	14	%	12%	0,02	Eurofins

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

Prøvenr.: NR-2017-12178
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 23.10.2017 00.00.00
Prøve mottatt dato: 13.11.2017
Analyseperiode: 28.11.2017 - 04.01.2018

Prøvemerkning: Søb 1 repl. 3
 Stasjon : Søb1 Søb1-Blåskjell
 Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
 Vev : SB/Whole soft body
 Individnr: 3

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fettinnhold	Intern metode (EKSTERN_EF)	3,09	%		0,1	Eurofins
Kvikksølv	NS-EN ISO 12846	0,042	mg/kg	30%	0,005	Eurofins
Bly	NS EN ISO 17294-2	2,7	mg/kg	25%	0,03	Eurofins
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,41	mg/kg	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	1,1	mg/kg	25%	0,02	Eurofins
Krom	NS EN ISO 17294-2	0,13	mg/kg	50%	0,03	Eurofins
Nikkel	NS EN ISO 17294-2	0,13	mg/kg	40%	0,04	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	21	mg/kg	25%	0,5	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vätvekt.

Prøvenr.: NR-2017-12178
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 23.10.2017 00.00.00
Prøve mottatt dato: 13.11.2017
Analyseperiode: 28.11.2017 - 04.01.2018

Prøvemerkning: Søb 1 repl. 3
 Stasjon : Søb1 Søb1-Blåskjell
 Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
 Vev : SB/Whole soft body
 Individnr: 3

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Acenaften	Internal Method 1	< 1,94	ng/g			Eurofins b)
Acenaftylen	Internal Method 1	< 0,325	ng/g			Eurofins b)
Antracen	Internal Method 1	< 0,480	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	2,19	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	0,488	ng/g			Eurofins b)
Benzo[b,j]fluoranten	Internal Method 1	3,67	ng/g			Eurofins b)
Benzo[g,h,i]perylene	Internal Method 1	0,595	ng/g			Eurofins b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	0,975	ng/g			Eurofins b)
Dibenzo[a,h]antracen	Internal Method 1	< 0,100	ng/g			Eurofins b)
Fenantren	Internal Method 1	4,16	ng/g			Eurofins b)
Fluoranten	Internal Method 1	4,48	ng/g			Eurofins b)
Fluoren	Internal Method 1	< 1,57	ng/g			Eurofins b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,420	ng/g			Eurofins b)
Krysen	Internal Method 1	3,52	ng/g			Eurofins b)
Naftalen	Internal Method 1	< 13,4	ng/g			Eurofins b)
Pyren	Internal Method 1	4,42	ng/g			Eurofins b)
Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	24,9	ng/g			Eurofins
Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	42,7	ng/g			Eurofins
Tørrestoff %	NS 4764	15	%	12%	0,02	Eurofins

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

Prøvenr.: NR-2017-12179
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 23.10.2017 00.00.00
Prøve mottatt dato: 13.11.2017
Analyseperiode: 28.11.2017 - 04.01.2018

Prøvemerkning: B1 Byrkjenes repl. 1
 Stasjon : B1 Byrkjenes
 Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
 Vev : SB/Whole soft body
 Individnr: 1

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fettinnhold	Intern metode (EKSTERN_EF)	3,16	%		0,1	Eurofins
Kvikksølv	NS-EN ISO 12846	0,024	mg/kg	30%	0,005	Eurofins
Bly	NS EN ISO 17294-2	1,2	mg/kg	25%	0,03	Eurofins
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,46	mg/kg	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	1,4	mg/kg	25%	0,02	Eurofins
Krom	NS EN ISO 17294-2	0,095	mg/kg	50%	0,03	Eurofins
Nikkel	NS EN ISO 17294-2	0,13	mg/kg	40%	0,04	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	20	mg/kg	25%	0,5	Eurofins
Acenaften	Internal Method 1	< 2,32	ng/g			Eurofins b)
Acenaftylen	Internal Method 1	< 0,497	ng/g			Eurofins b)
Antracen	Internal Method 1	< 0,540	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	0,636	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	0,239	ng/g			Eurofins b)
Benzo[b,j]fluoranten	Internal Method 1	1,64	ng/g			Eurofins b)
Benzo[g,h,i]perylene	Internal Method 1	0,676	ng/g			Eurofins b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	0,337	ng/g			Eurofins b)

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vätvekt.

Prøvenr.: NR-2017-12179
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 23.10.2017 00.00.00
Prøve mottatt dato: 13.11.2017
Analyseperiode: 28.11.2017 - 04.01.2018

Prøvemerkning: B1 Byrkjenes repl. 1
 Stasjon : B1 Byrkjenes
 Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
 Vev : SB/Whole soft body
 Individnr: 1

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Dibenzo[a,h]antracen	Internal Method 1	< 0,100	ng/g			Eurofins b)
Fenantren	Internal Method 1	5,01	ng/g			Eurofins b)
Fluoranten	Internal Method 1	3,83	ng/g			Eurofins b)
Fluoren	Internal Method 1	< 1,61	ng/g			Eurofins b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,257	ng/g			Eurofins b)
Krysen	Internal Method 1	1,64	ng/g			Eurofins b)
Naftalen	Internal Method 1	< 17,6	ng/g			Eurofins b)
Pyren	Internal Method 1	5,58	ng/g			Eurofins b)
Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	19,8	ng/g			Eurofins
Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	42,5	ng/g			Eurofins
Tørrstoff %	NS 4764	21	%	12%	0,02	Eurofins

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

Prøvenr.: NR-2017-12180
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 23.10.2017 00.00.00
Prøve mottatt dato: 13.11.2017
Analyseperiode: 28.11.2017 - 04.01.2018

Prøvemerkning: B1 Byrkjenes repl. 2
 Stasjon : B1 Byrkjenes
 Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
 Vev : SB/Whole soft body
 Individnr: 2

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fettinnhold	Intern metode (EKSTERN_EF)	3,80	%		0,1	Eurofins
Kvikksolv	NS-EN ISO 12846	0,026	mg/kg	30%	0,005	Eurofins
Bly	NS EN ISO 17294-2	1,3	mg/kg	25%	0,03	Eurofins
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,52	mg/kg	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	1,5	mg/kg	25%	0,02	Eurofins
Krom	NS EN ISO 17294-2	0,13	mg/kg	50%	0,03	Eurofins
Nikkel	NS EN ISO 17294-2	0,17	mg/kg	40%	0,04	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	25	mg/kg	25%	0,5	Eurofins
Acenaften	Internal Method 1	< 2,37	ng/g			Eurofins b)
Acenaftylen	Internal Method 1	< 0,488	ng/g			Eurofins b)
Antracen	Internal Method 1	< 0,568	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	0,589	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	0,193	ng/g			Eurofins b)
Benzo[b,j]fluoranten	Internal Method 1	1,49	ng/g			Eurofins b)
Benzo[g,h,i]perylene	Internal Method 1	0,651	ng/g			Eurofins b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	0,299	ng/g			Eurofins b)
Dibenzo[a,h]antracen	Internal Method 1	< 0,100	ng/g			Eurofins b)
Fenantren	Internal Method 1	4,88	ng/g			Eurofins b)
Fluoranten	Internal Method 1	3,65	ng/g			Eurofins b)
Fluoren	Internal Method 1	< 1,65	ng/g			Eurofins b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,242	ng/g			Eurofins b)
Krysen	Internal Method 1	1,54	ng/g			Eurofins b)
Naftalen	Internal Method 1	< 17,3	ng/g			Eurofins b)
Pyren	Internal Method 1	5,93	ng/g			Eurofins b)

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vøtvekt.

Prøvenr.: NR-2017-12180
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 23.10.2017 00.00.00
Prøve mottatt dato: 13.11.2017
Analyseperiode: 28.11.2017 - 04.01.2018

Prøvemerkning: B1 Byrkjenes repl. 2
Stasjon : B1 Byrkjenes
Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
Vev : SB/Whole soft body
Individnr: 2

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	19,5	µg/kg			Eurofins
Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	41,9	µg/kg			Eurofins
Tørrstoff %	NS 4764	21	%	12%	0,02	Eurofins

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

Prøvenr.: NR-2017-12181
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 23.10.2017 00.00.00
Prøve mottatt dato: 13.11.2017
Analyseperiode: 28.11.2017 - 04.01.2018

Prøvemerkning: B1 Byrkjenes repl. 3
Stasjon : B1 Byrkjenes
Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
Vev : SB/Whole soft body
Individnr: 3

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fettinnhold	Intern metode (EKSTERN_EF)	3,18	%		0,1	Eurofins
Kvikksolv	NS-EN ISO 12846	0,026	mg/kg	30%	0,005	Eurofins
Bly	NS EN ISO 17294-2	1,3	mg/kg	25%	0,03	Eurofins
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,41	mg/kg	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	1,4	mg/kg	25%	0,02	Eurofins
Krom	NS EN ISO 17294-2	0,095	mg/kg	50%	0,03	Eurofins
Nikkel	NS EN ISO 17294-2	0,13	mg/kg	40%	0,04	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	24	mg/kg	25%	0,5	Eurofins
Acenaften	Internal Method 1	< 1,61	ng/g			Eurofins b)
Acenaftylen	Internal Method 1	< 0,431	ng/g			Eurofins b)
Antracen	Internal Method 1	< 0,572	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	0,529	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	< 0,186	ng/g			Eurofins b)
Benzo[b,j]fluoranten	Internal Method 1	1,43	ng/g			Eurofins b)
Benzo[g,h,i]perylene	Internal Method 1	0,648	ng/g			Eurofins b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	0,287	ng/g			Eurofins b)
Dibenzo[a,h]antracen	Internal Method 1	< 0,100	ng/g			Eurofins b)
Fenantren	Internal Method 1	4,70	ng/g			Eurofins b)
Fluoranten	Internal Method 1	3,39	ng/g			Eurofins b)
Fluoren	Internal Method 1	< 1,76	ng/g			Eurofins b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,226	ng/g			Eurofins b)
Krysen	Internal Method 1	1,43	ng/g			Eurofins b)
Naftalen	Internal Method 1	< 11,0	ng/g			Eurofins b)
Pyren	Internal Method 1	5,50	ng/g			Eurofins b)
Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	18,1	ng/g			Eurofins
Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	33,8	ng/g			Eurofins
Tørrstoff %	NS 4764	21	%	12%	0,02	Eurofins

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vøtvekt.

Prøvenr.: NR-2017-12182
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 23.10.2017 00.00.00
Prøve mottatt dato: 13.11.2017
Analyseperiode: 28.11.2017 - 04.01.2018

Prøvemerkning: B3 Tyssedal repl. 1
 Stasjon : B3 Tyssedal
 Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
 Vev : SB/Whole soft body
 Individnr: 1

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fettinnhold	Intern metode (EKSTERN_EF)	3,29	%		0,1	Eurofins
Kvikksølv	NS-EN ISO 12846	0,018	mg/kg	30%	0,005	Eurofins
Bly	NS EN ISO 17294-2	0,94	mg/kg	25%	0,03	Eurofins
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,26	mg/kg	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	1,1	mg/kg	25%	0,02	Eurofins
Krom	NS EN ISO 17294-2	0,20	mg/kg	50%	0,03	Eurofins
Nikkel	NS EN ISO 17294-2	0,12	mg/kg	40%	0,04	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	15	mg/kg	25%	0,5	Eurofins
Acenaften	Internal Method 1	< 1,48	ng/g			Eurofins b)
Acenaftylen	Internal Method 1	< 0,327	ng/g			Eurofins b)
Antracen	Internal Method 1	< 0,471	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	0,494	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	< 0,188	ng/g			Eurofins b)
Benzo[b,j]fluoranten	Internal Method 1	1,45	ng/g			Eurofins b)
Benzo[g,h,i]perylene	Internal Method 1	0,364	ng/g			Eurofins b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	0,309	ng/g			Eurofins b)
Dibenzo[a,h]antracen	Internal Method 1	< 0,100	ng/g			Eurofins b)
Fenantren	Internal Method 1	3,48	ng/g			Eurofins b)
Fluoranten	Internal Method 1	1,39	ng/g			Eurofins b)
Fluoren	Internal Method 1	< 1,62	ng/g			Eurofins b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,216	ng/g			Eurofins b)
Krysen	Internal Method 1	1,91	ng/g			Eurofins b)
Naftalen	Internal Method 1	< 10,7	ng/g			Eurofins b)
Pyren	Internal Method 1	1,40	ng/g			Eurofins b)
Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	11,0	ng/g			Eurofins
Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	25,8	ng/g			Eurofins
Tørrestoff %	NS 4764	20	%	12%	0,02	Eurofins

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

Prøvenr.: NR-2017-12183
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 23.10.2017 00.00.00
Prøve mottatt dato: 13.11.2017
Analyseperiode: 28.11.2017 - 04.01.2018

Prøvemerkning: B3 Tyssedal repl. 2
 Stasjon : B3 Tyssedal
 Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
 Vev : SB/Whole soft body
 Individnr: 2

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fettinnhold	Intern metode (EKSTERN_EF)	3,33	%		0,1	Eurofins
Kvikksølv	NS-EN ISO 12846	0,019	mg/kg	30%	0,005	Eurofins
Bly	NS EN ISO 17294-2	1,0	mg/kg	25%	0,03	Eurofins
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,27	mg/kg	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	1,1	mg/kg	25%	0,02	Eurofins
Krom	NS EN ISO 17294-2	0,27	mg/kg	50%	0,03	Eurofins
Nikkel	NS EN ISO 17294-2	0,12	mg/kg	40%	0,04	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	16	mg/kg	25%	0,5	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vøtvekt.

Prøvenr.: NR-2017-12183
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 23.10.2017 00.00.00
Prøve mottatt dato: 13.11.2017
Analyseperiode: 28.11.2017 - 04.01.2018

Prøvemerkning: B3 Tyssedal repl. 2
 Stasjon : B3 Tyssedal
 Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
 Vev : SB/Whole soft body
 Individnr: 2

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Acenaften	Internal Method 1	< 2,47	ng/g			Eurofins b)
Acenaftylen	Internal Method 1	< 0,426	ng/g			Eurofins b)
Antracen	Internal Method 1	< 0,517	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	0,562	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	< 1,93	ng/g			Eurofins b)
Benzo[b,j]fluoranten	Internal Method 1	1,56	ng/g			Eurofins b)
Benzo[g,h,i]perylene	Internal Method 1	0,408	ng/g			Eurofins b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	0,370	ng/g			Eurofins b)
Dibenzo[a,h]antracen	Internal Method 1	< 0,100	ng/g			Eurofins b)
Fenantren	Internal Method 1	4,30	ng/g			Eurofins b)
Fluoranten	Internal Method 1	2,10	ng/g			Eurofins b)
Fluoren	Internal Method 1	< 1,83	ng/g			Eurofins b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,249	ng/g			Eurofins b)
Krysen	Internal Method 1	1,87	ng/g			Eurofins b)
Naftalen	Internal Method 1	< 18,2	ng/g			Eurofins b)
Pyren	Internal Method 1	2,17	ng/g			Eurofins b)
Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	13,6	ng/g			Eurofins
Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	39,1	ng/g			Eurofins
Tørrestoff %	NS 4764	20	%	12%	0,02	Eurofins

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

Prøvenr.: NR-2017-12184
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 23.10.2017 00.00.00
Prøve mottatt dato: 13.11.2017
Analyseperiode: 28.11.2017 - 04.01.2018

Prøvemerkning: B3 Tyssedal repl. 3
 Stasjon : B3 Tyssedal
 Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
 Vev : SB/Whole soft body
 Individnr: 3

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fettinnhold	Intern metode (EKSTERN_EF)	3,64	%		0,1	Eurofins
Kvikksolv	NS-EN ISO 12846	0,020	mg/kg	30%	0,005	Eurofins
Bly	NS EN ISO 17294-2	0,87	mg/kg	25%	0,03	Eurofins
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,27	mg/kg	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	1,2	mg/kg	25%	0,02	Eurofins
Krom	NS EN ISO 17294-2	0,24	mg/kg	50%	0,03	Eurofins
Nikkel	NS EN ISO 17294-2	0,13	mg/kg	40%	0,04	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	16	mg/kg	25%	0,5	Eurofins
Acenaften	Internal Method 1	< 2,12	ng/g			Eurofins b)
Acenaftylen	Internal Method 1	< 0,360	ng/g			Eurofins b)
Antracen	Internal Method 1	< 0,483	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	0,499	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	< 0,183	ng/g			Eurofins b)
Benzo[b,j]fluoranten	Internal Method 1	1,46	ng/g			Eurofins b)
Benzo[g,h,i]perylene	Internal Method 1	0,385	ng/g			Eurofins b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	0,326	ng/g			Eurofins b)

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vätvekt.

Prøvenr.: NR-2017-12184
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 23.10.2017 00.00.00
Prøve mottatt dato: 13.11.2017
Analyseperiode: 28.11.2017 - 04.01.2018

Prøvemerkning: B3 Tyssedal repl. 3
Stasjon : B3 Tyssedal
Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
Vev : SB/Whole soft body
Individnr: 3

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Dibenzo[a,h]antracen	Internal Method 1	< 0,100	ng/g			Eurofins b)
Fenantren	Internal Method 1	3,52	ng/g			Eurofins b)
Fluoranten	Internal Method 1	1,69	ng/g			Eurofins b)
Fluoren	Internal Method 1	< 1,71	ng/g			Eurofins b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,173	ng/g			Eurofins b)
Krysen	Internal Method 1	1,99	ng/g			Eurofins b)
Naftalen	Internal Method 1	< 15,3	ng/g			Eurofins b)
Pyren	Internal Method 1	1,89	ng/g			Eurofins b)
Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	11,9	ng/g			Eurofins
Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	32,2	ng/g			Eurofins
Tørrstoff %	NS 4764	21	%	12%	0,02	Eurofins

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00



Norsk institutt for vannforskning

Trine Olsen

Kvalitetsleder

Rapporten er elektronisk signert

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vøtvekt.

A2: Sammenstilte data

- Metaller og fluorid i vann, samt siktedyp
- Metaller og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell

Metaller og fluorid i vann, samt siktedyp

Sjøprøver SØ 7/2

Målte verdier oppgitt i µg/l

22.12.2017 FH

Nedre deteksjonsgrense: Zn < 1,5 Cd < 0,10 Cu < 0,40 As < 0,40* Pb < 0,40 Cr < 0,40 Ni < 0,40 Hg < 0,013

* : uakkreditert analyse

Dato	Ordre nr.	Zn	Cd	Cu	As*	Pb	Cr	Ni	Hg	Fluorid	Siktedyp (m)
01.09.2017	2017-0040	10	0.19	0.91	0.45	1.1	< 0,40	< 0,40	< 0,013	< 300	
17.02.2017	2017-0359	17	0.16	< 0,40	< 0,40	1.1	< 0,40	< 0,40	0.025	< 300	
31.03.2017	2017-0719	11	0.15	< 0,40	0.53	0.84	1.4	< 0,40	< 0,013	< 300	11
10.04.2017	2017-0792	100	0.93	2.3	1.6	7.2	0.69	1.2	< 0,013	< 300	7.5
08.05.2017	2017-0979	20	0.13	2.0	< 0,40	1.4	0.88	0.60	< 0,013	< 300	4.5
06.06.2017	2017-1227	7.3	< 0,10	< 0,40	< 0,40	0.83	< 0,40	< 0,40	0.016	< 300	4.5
03.07.2017	2017-1508	3.8	< 0,10	< 0,40	0.42	0.30	< 0,40	< 0,40	< 0,013	< 300	5
14.08.2017	2017-1771	2.1	< 0,10	< 0,40	< 0,40	0.30	< 0,40	< 0,40	< 0,013	< 300	4.5
11.09.2017	2017-2031	35	0.19	5.0	0.43	2.6	< 0,40	1.6	< 0,013	< 300	4.5
09.10.2017	2017-2275	8.3	< 0,10	< 0,40	0.46	0.47	1.1	1.7	< 0,013	< 300	2
06.11.2017	2017-2528	16	0.11	0.78	0.52	1.6	< 0,40	< 0,40	0.018	< 300	3.5
18.12.2017	2017-2910	30	0.17	1.07	< 0,40	1.3	< 0,40	0.45	< 0,013	< 300	10

Sjøprøver Lind1

Målte verdier oppgitt i µg/l

22.12.2017 FH

Nedre deteksjonsgrense:

Zn < 1,5

Cd < 0,10

Cu < 0,40

As < 0,40*

Pb < 0,40

Cr < 0,40

Ni < 0,40

Hg < 0,013

* : uakkreditert analyse

Dato	Ordre nr.	Zn	Cd	Cu	As*	Pb	Cr	Ni	Hg	Fluorid	Siktedyp (m)
09.01.2017	2017-0040	1.5	0.1	0.40	0.42	0.31	<0,40	<0,40	<0,013	<300	
17.02.2017	2017-0359	12	0.29	<0,40	0.77	0.94	<0,40	<0,40	<0,013	<300	
31.03.2017	2017-0719	6.1	<0,10	<0,40	0.74	0.59	1.2	<0,40	<0,013	<300	11
10.04.2017	2017-0792	9.8	<0,10	<0,40	<0,40	0.76	<0,40	<0,40	<0,013	<300	9
08.05.2017	2017-0979	18	0.21	0.77	<0,40	0.61	1.4	<0,40	<0,013	<300	8
06.06.2017	2017-1227	33	0.39	1.6	<0,40	4.0	<0,40	<0,40	<0,013	<300	8
03.07.2017	2017-1508	6.8	<0,10	0.40	<0,40	0.69	<0,40	<0,40	<0,013	<300	4.5
14.08.2017	2017-1771	3.2	<0,10	<0,40	0.45	0.39	<0,40	<0,40	<0,013	<300	5.5
11.09.2017	2017-2031	13	<0,10	1.4	<0,40	1.3	<0,40	0.41	<0,013	<300	4.5
09.10.2017	2017-2275	64	0.31	0.54	0.44	0.80	1.2	1.1	0.026	<300	4
09.11.2017	2017-2528	14	<0,010	0.88	0.58	1.3	<0,40	<0,40	0.025	<300	2.5
18.12.2017	2017-2910	23	0.2	0.95	0.57	1.82	<0,40	0.41	0.027	<300	11.5

Sjøprøver S22 overflate

Målte verdier oppgitt i µg/l

22.12.2017 FH

Nedre deteksjonsgrense: Zn < 1,5 Cd < 0,1 Cu < 0,4 As < 0,4* Pb < 0,4 Cr < 0,4 Ni < 0,4 Hg < 0,01

* : uakkreditert analyse

Dato	Ordre nr.	Zn	Cd	Cu	As*	Pb	Cr	Ni	Hg	Siktedyp (m)
09.01.2017	2017-0044	16	0.11	1.2	1.5	1.7	0.47	0.97	<0,013	
27.03.2017	2017-0672	7.2	0.11	7.5	1.3	0.78	1.7	<0,40	<0,013	11
08.05.2017	2017-0978	12	0.14	0.51	0.77	0.55	1.7	0.46	<0,013	8
03.07.2017	2017-1509	23	0.15	1.7	1.9	3.0	<0,40	1.1	0.013	4.5
11.09.2017	2017-2032	11	0.11	0.82	0.58	1.2	<0,40	<0,40	<0,013	5
06.11.2017	2017-2529	11	<0,10	<0,40	0.61	0.49	<0,40	<0,40	<0,013	5

Sø 10

Målte verdier oppgitt i mg/l

08.12.2017

CH

Nedre deteksjonsgrense: Fluorid 0,3 mg/l

* : uakkreditert analyse

Dato	Ordre nr.	Fluorid	Siktedyp (m)
06.11.2017	2017-2531	<0,3	

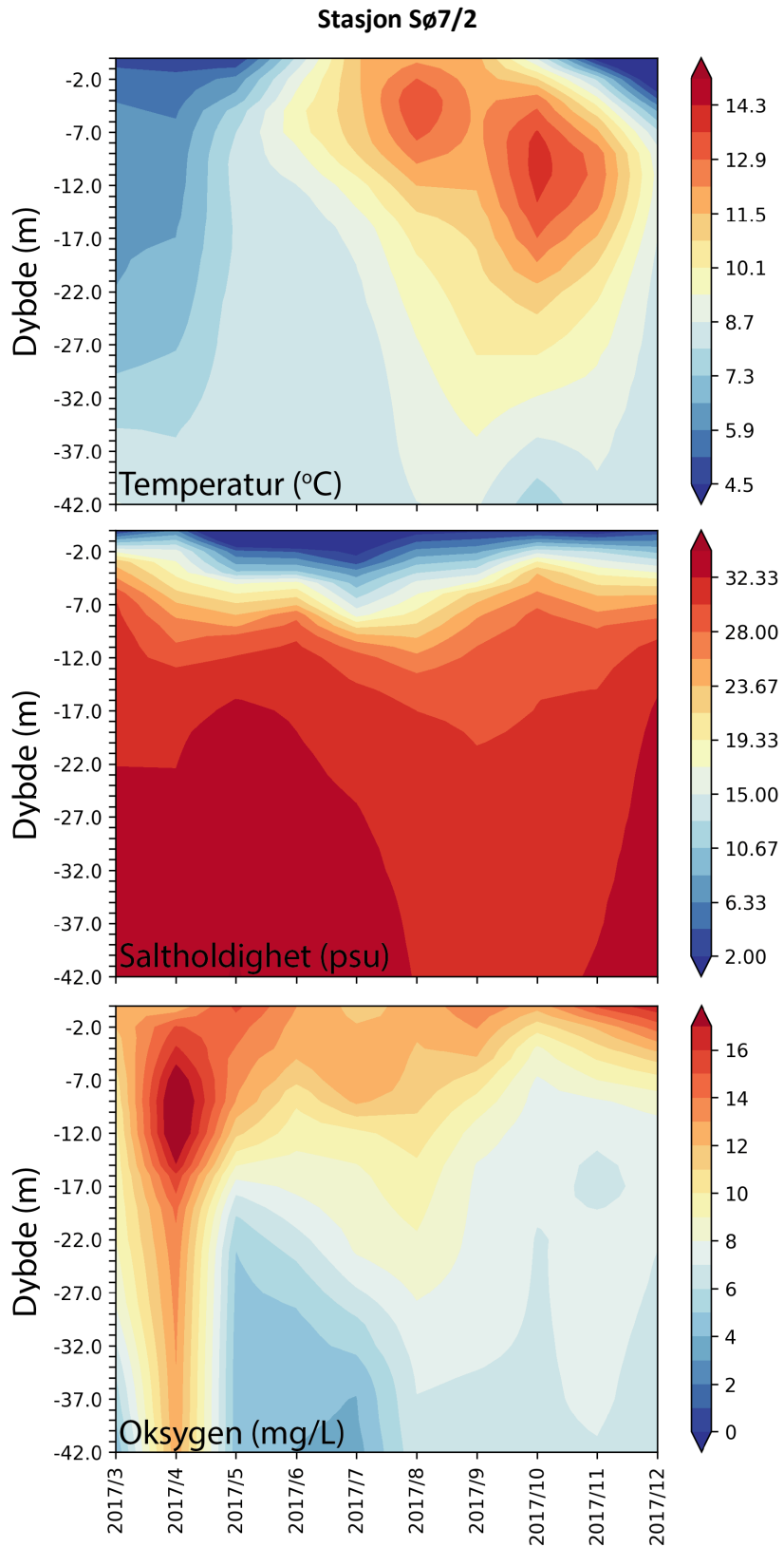
Metaller og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell

ANALYSE	ENHET	Søb1 Repl. 1	Søb1 Repl. 2	Søb1 Repl. 3	B1 Repl. 1	B1 Repl. 2	B1 Repl. 3	B3 Repl. 1	B3 Repl. 2	B3 Repl. 3
Fettinnhold	%	3,14	3,11	3,09	3,16	3,8	3,18	3,29	3,33	3,64
Kvikksølv	mg/kg VV	0,036	0,037	0,042	0,024	0,026	0,026	0,018	0,019	0,02
Bly	mg/kg VV	2,7	2,5	2,7	1,2	1,3	1,3	0,94	1	0,87
Kadmium	mg/kg VV	0,38	0,37	0,41	0,46	0,52	0,41	0,26	0,27	0,27
Kobber	mg/kg VV	1,2	0,96	1,1	1,4	1,5	1,4	1,1	1,1	1,2
Krom	mg/kg VV	0,19	0,12	0,13	0,095	0,13	0,095	0,2	0,27	0,24
Nikkel	mg/kg VV	0,17	0,11	0,13	0,13	0,17	0,13	0,12	0,12	0,13
Sink	mg/kg VV	18	18	21	20	25	24	15	16	16
Acenaften	µg/kg VV	< 2,02	< 1,90	< 1,94	< 2,32	< 2,37	< 1,61	< 1,48	< 2,47	< 2,12
Acenaftylen	µg/kg VV	< 0,349	< 0,329	< 0,325	< 0,497	< 0,488	< 0,431	< 0,327	< 0,426	< 0,360
Antracen	µg/kg VV	< 0,498	< 0,466	< 0,480	< 0,540	< 0,568	< 0,572	< 0,471	< 0,517	< 0,483
Benzo[a]antracen	µg/kg VV	2,41	2,71	2,19	0,636	0,589	0,529	0,494	0,562	0,499
Benzo[a]pyren	µg/kg VV	0,539	0,646	0,488	0,239	0,193	< 0,186	< 0,188	< 1,93	< 0,183
Benzo[b,j]fluoranten	µg/kg VV	3,32	3,75	3,67	1,64	1,49	1,43	1,45	1,56	1,46
Benzo[g,h,i]perylene	µg/kg VV	0,484	0,49	0,595	0,676	0,651	0,648	0,364	0,408	0,385
Benzo[k]fluoranten	µg/kg VV	0,847	1,02	0,975	0,337	0,299	0,287	0,309	0,37	0,326
Dibenzo[a,h]antracen	µg/kg VV	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
Fenantren	µg/kg VV	4,1	4,34	4,16	5,01	4,88	4,7	3,48	4,3	3,52
Fluoranten	µg/kg VV	4,7	5,16	4,48	3,83	3,65	3,39	1,39	2,1	1,69
Fluoren	µg/kg VV	< 1,66	< 1,66	< 1,57	< 1,61	< 1,65	< 1,76	< 1,62	< 1,83	< 1,71
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg VV	0,351	0,407	0,42	0,257	0,242	0,226	0,216	0,249	0,173
Krysen	µg/kg VV	3,04	3,46	3,52	1,64	1,54	1,43	1,91	1,87	1,99
Naftalen	µg/kg VV	< 14,6	< 14,6	< 13,4	< 17,6	< 17,3	< 11,0	< 10,7	< 18,2	< 15,3
Pyren	µg/kg VV	5,25	4,44	4,42	5,58	5,93	5,5	1,4	2,17	1,89
Sum PAH 16	µg/kg VV	25	26,4	24,9	19,8	19,5	18,1	11	13,6	11,9
Tørrstoff %	%	16	14	15	21	21	21	20	20	21

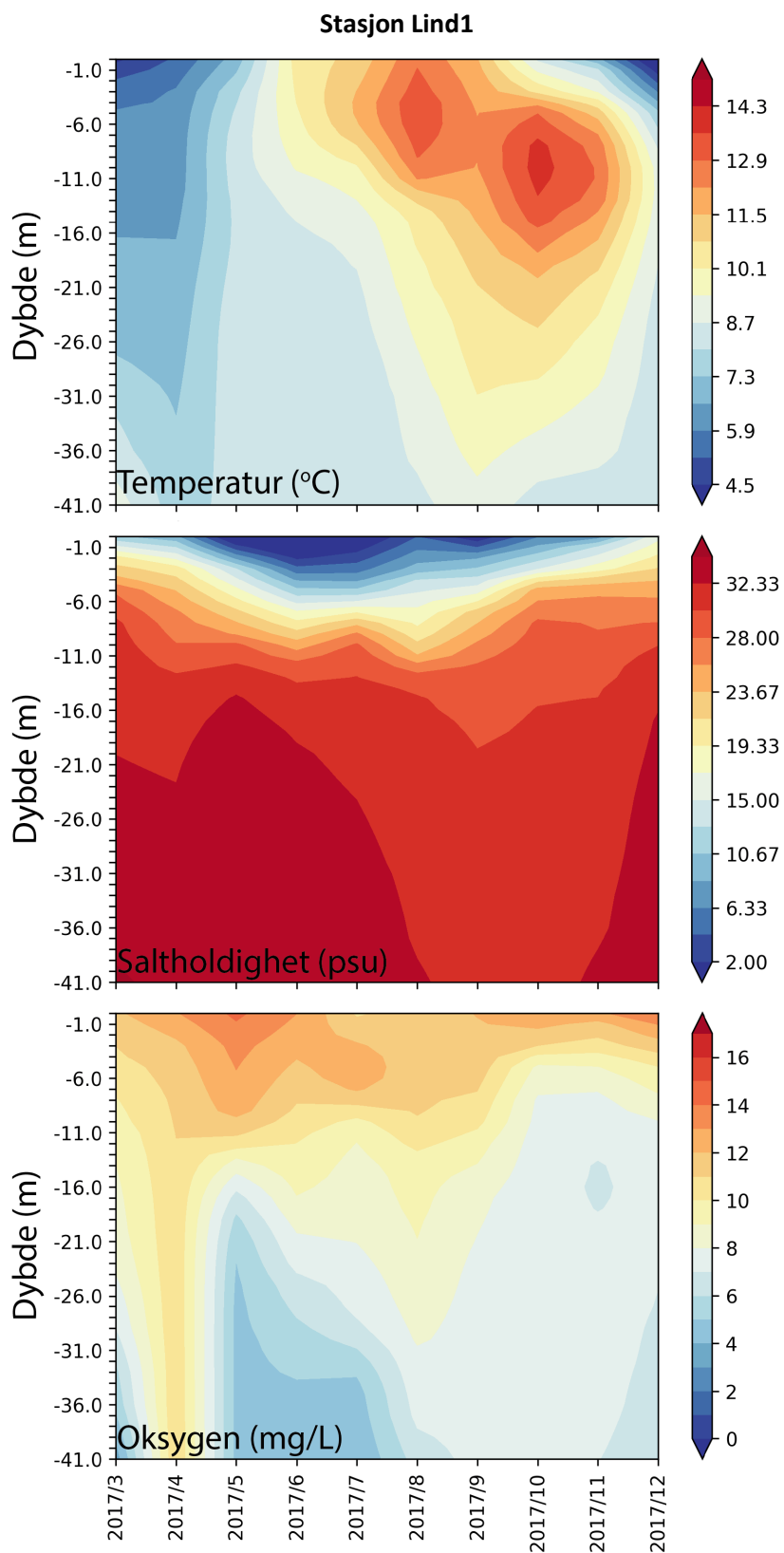
Metaller og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell (forts.)**Metaller uttrykt på tørrvektbasis**

ANALYSE	ENHET	Søb1 Repl. 1	Søb1 Repl. 2	Søb1 Repl. 3	B1 Repl. 1	B1 Repl. 2	B1 Repl. 3	B3 Repl. 1	B3 Repl. 2	B3 Repl. 3
Kvikksølv	mg/kg TV	0,225	0,264	0,280	0,114	0,124	0,124	0,090	0,095	0,095
Bly	mg/kg TV	16,88	17,86	18,00	5,71	6,19	6,19	4,70	5,00	4,14
Kadmium	mg/kg TV	2,38	2,64	2,73	2,19	2,48	1,95	1,30	1,35	1,29
Kobber	mg/kg TV	7,50	6,86	7,33	6,67	7,14	6,67	5,50	5,50	5,71
Krom	mg/kg TV	1,19	0,86	0,87	0,45	0,62	0,45	1,00	1,35	1,14
Nikkel	mg/kg TV	1,06	0,79	0,87	0,62	0,81	0,62	0,60	0,60	0,62
Sink	mg/kg TV	113	129	140	95	119	114	75	80	76

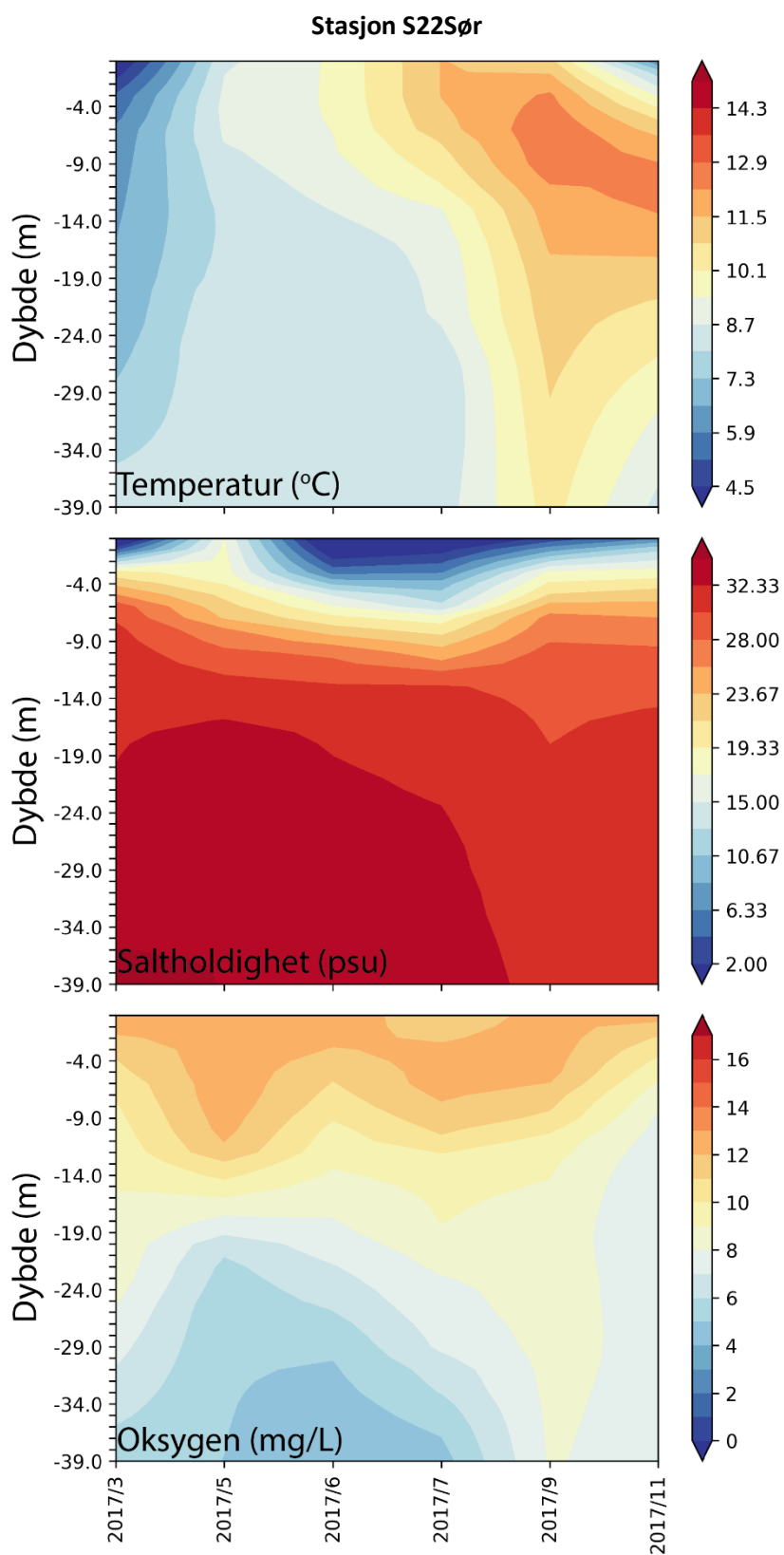
Vedlegg B: Hydrografifigurer



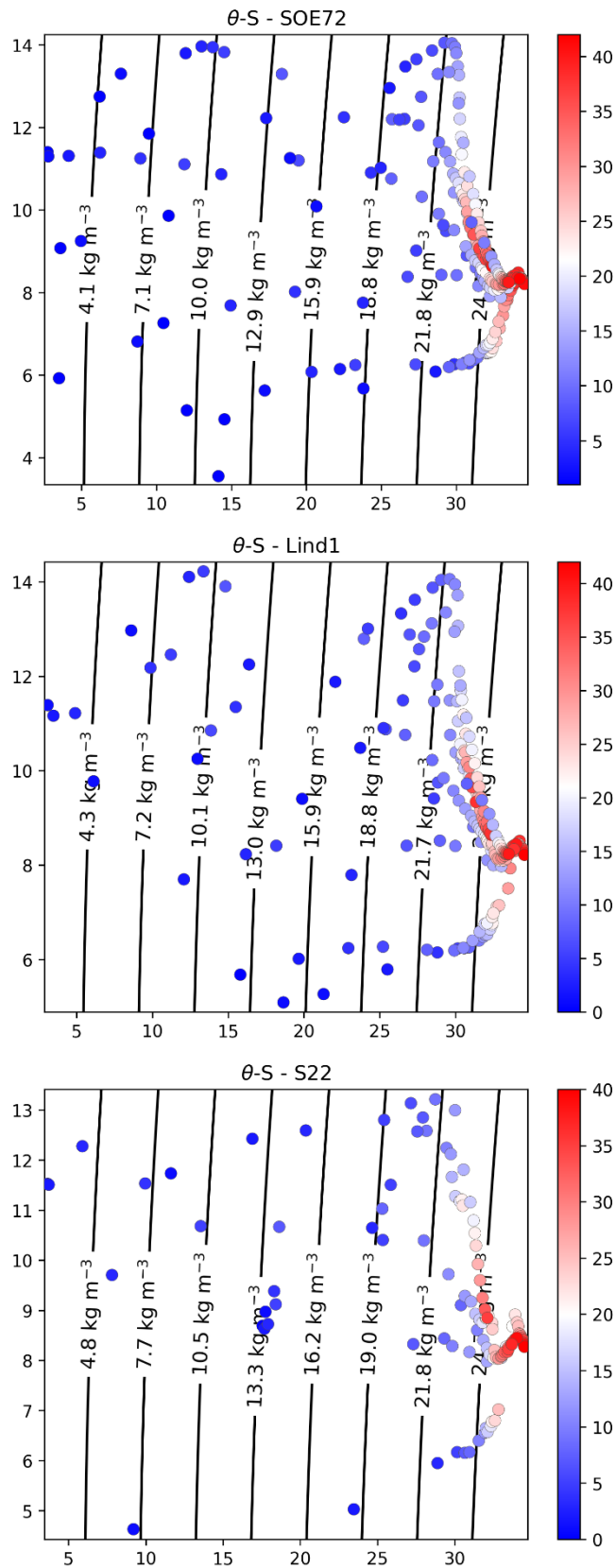
Temperatur, saltholdighet og oksygen på **stasjon SØ7/2**, basert på målinger foretatt månedlig. (f.o.m. mars)



Temperatur, saltholdighet og oksygen på **stasjon Lind 1**, basert på målinger foretatt månedlig (f.o.m. mars).



Temperatur, saltholdighet og oksygen på **stasjon S22Sør**, basert på målinger foretatt hver annen måned (f.o.m. mars).



TS-plott (temperatur på y-akse mot saltholdighet på x-akse), med isolinjer for tetthet (kg/m³) og fargeskala for dyp (m), for stasjonene SØ7/2 (øverst), Lind1 (midt) og S22Sør (nederst). Basert på alle målepunkter gjennom året.

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 samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

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