

Tiltaksrettet overvåking av Sunndalsfjorden i 2017. Overvåking for Hydro Aluminium Sunndal.



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 Tiltaksrettet overvåking av Sunndalsfjorden i 2017. Overvåking for Hydro Aluminium Sunndal.	Løpenummer 7246-2018	Dato 22. feb. 2018
Forfatter(e) Sigurd Øxnevad Jarle Håvardstun	Fagområde Miljøgifter - marin	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Sunndal, Møre og Romsdal	Sider 26

Oppdragsgiver(e) Hydro Aluminium Sunndal	Oppdragsreferanse Berit Kristin Hugdal
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 17248

<p>Sammendrag</p> <p>NIVA har gjennomført tiltaksrettet overvåking i Sunndalsfjorden i 2017 på oppdrag for Hydro Aluminium Sunndal. Overvåkingsprogrammet er utført i henhold til vannforskriften på bakgrunn av hvilke stoffer som bedriften har utslipp av til Sunndalsfjorden. Hensikten med overvåkingen har vært å identifisere hvorvidt bedriftens utslipp påvirker vannforekomstens kjemiske tilstand. Det ble gjort analyser av PAH-forbindelser og metaller i prøver av blåskjell på fire stasjoner: Bøneset, Nautvika, Svinberget og Leirvika. Det var ingen overskridelser av grenseverdier for de prioriterte miljøgiftene på noen av blåskjellstasjonene. Sunndalsfjorden var derfor i «<i>god kjemisk tilstand</i>» basert på analyser av prioriterte miljøgifter i blåskjell. For tre av blåskjellstasjonene var det konsentrasjon av sink som var noe over høy bakgrunnskonsentrasjon for blåskjell. Det var lave konsentrasjoner av PAH-forbindelser i blåskjellene.</p>

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sunndalsfjorden 2. Tiltaksrettet overvåking 3. Hydro Aluminium Sunndal 4. Kjemisk tilstand 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sunndalsfjord 2. Operational monitoring 3. Hydro Aluminium Sunndal 4. Chemical status
--	--

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

Prosjektleder

Sigurd Øxnevad

ISBN 978-82-577-6981-9
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

Forskningsleder

Marianne Olsen

Tiltaksrettet overvåking av Sunndalsfjorden i 2017
Overvåking for Hydro Aluminium Sunndal

Forord

Denne rapporten presenterer tiltaksrettet overvåking av Sunndalsfjorden, som er gjennomført i henhold til vannforskriften. Overvåkingen er utført av Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) på oppdrag for Hydro Aluminium Sunndal etter pålegg fra Miljødirektoratet om iverksettelse av tiltaksrettet overvåking. Sigurd Øxnevad har vært prosjektleder på NIVA og har hatt kontakt mot oppdragsgiver. Kontaktperson hos Hydro Aluminium Sunndal har vært Berit Kristin Hugdal. Ved feltarbeidet som ble gjort i oktober, fikk vi god hjelp av Steinar Sivertsen og Kjell Sættem.

Takk til kolleger ved NIVA som har bidratt til prosjektet. Arbeidet ble fordelt som følger:

- Feltarbeid: Jarle Håvardstun og Sigurd Øxnevad
- Opparbeiding av blåskjellprøver: Lise Tveiten
- Kjemiske analyser: Trine Olsen, Anne Luise Ribeiro og Merethe Hemb Myren ved NIVAs laboratorium, og personell ved Eurofins
- Kartproduksjon: John Rune Selvik
- Overføring av data til Vannmiljø: Tron Hansen Syverud
- Faglig kvalitetssikring av rapporten er utført av Merete Schøyen

Grimstad, 22. februar 2018.

Sigurd Øxnevad

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	7
1.1	Bakgrunnsinformasjon om virksomheten og utslippene	9
1.1.1	Hydro Aluminium Sunndal	9
1.1.2	Utslipp til vannforekomsten fra Hydro Aluminium Sunndal.....	10
1.1.3	Andre utslipp til resipienten.	11
1.2	Vannforekomstene.....	12
1.2.1	Topografi.....	13
1.2.2	Strøm og vannsirkulasjon.....	13
2	Materiale og metoder	14
2.1	Prøvetaking av blåskjell	14
2.2	Kjemiske analyser.....	16
2.3	Vurdering av tilstand	16
3	Resultater	17
3.1	Tilstand for vannregionspesifikke stoffer	17
3.2	Kjemisk tilstand	17
3.3	Andre resultater fra blåskjellprøvene	19
3.3.1	Nivå av tungmetaller i forhold til beregnede referansekonsentrasjoner.....	19
3.3.2	PAH-forbindelser	19
4	Videre overvåking med blåskjell i Sunndalsfjorden	20
5	Oppsummering.....	21
6	Referanser	22

Sammendrag

NIVA har gjennomført tiltaksrettet overvåking av Sunndalsfjorden i 2017 på oppdrag for Hydro Aluminium Sunndal. Overvåkingsprogrammet er utarbeidet i henhold til vannforskriften og godkjent av Miljødirektoratet. Programmet er utformet på bakgrunn av bedriftens utslippskomponenter til Sunndalsfjorden. I overvåkingen er det gjort analyser av PAH-forbindelser og tungmetaller i blåskjell fra fire stasjoner: Bøneset, Nautvika, Svinberget og Leirvika.

Det var ingen overskridelser av grenseverdier for de prioriterte miljøgiftene på noen av blåskjellstasjonene. Sunndalsfjorden var derfor i «*god kjemisk tilstand*» basert på analyser av blåskjell. For tre av blåskjellstasjonene var det konsentrasjon av sink som var noe over verdi for høy bakgrunnskonsentrasjon for blåskjell. Det var bare lave konsentrasjoner av PAH-forbindelser i blåskjellene.

Summary

Title: Operational monitoring of the Sunndalsfjord in 2017. Monitoring on behalf of Hydro Aluminium Sunndal.

Year: 2018.

Author(s): Sigurd Øxnevad & Jarle Håvardstun.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-6981-9.

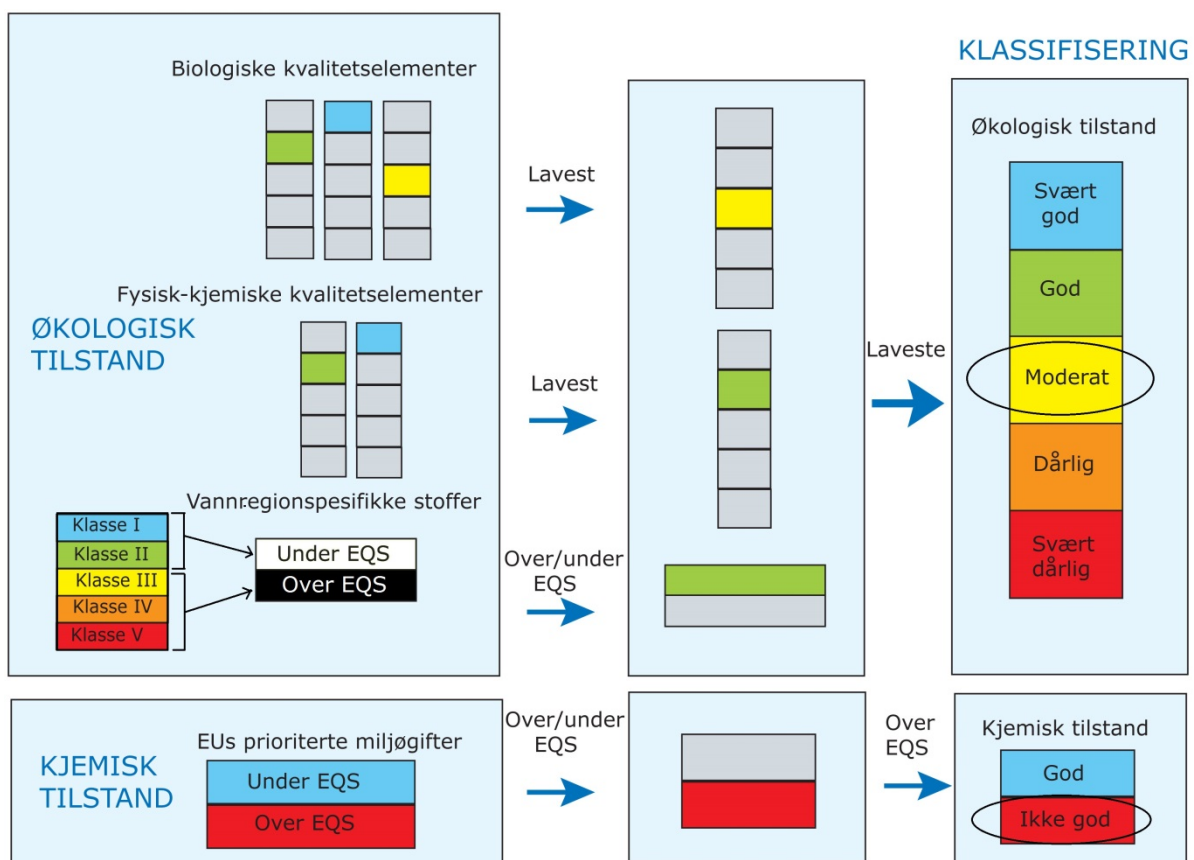
NIVA has conducted operational monitoring of the Sunndalsfjord on behalf of Hydro Aluminium Sunndal. The monitoring programme was prepared in accordance with the water frame directive and approved by the Norwegian Environmental Agency. The programme is designed based on the company's discharges of contaminants to the Sunndalsfjord. Levels of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and heavy metals were analysed in samples of blue mussel.

No concentrations exceeded the environmental standards (EQS) of the priority contaminants in any of the blue mussel samples. The Sunndalsfjord was therefore in "*good chemical status*". At three of the blue mussel stations there were slightly elevated concentrations of zinc. The concentrations were above provisional high reference concentration for zinc in blue mussel. Only low concentrations of PAH compounds were found in the blue mussels.

1 Innledning

Ved implementeringen av vannforskriften har alle vannforekomster 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 karakteriseringen og klassifiseringen av vannforekomster. Karakteriseringen inndeler vannforekomster i vanntyper, identifiserer belastninger og miljøvirkninger av belastningene, mens klassifiseringen ved hjelp av systematisk overvåking definerer den faktiske tilstanden i en vannforekomst. I **Figur 1** vises en oversikt over klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i en vannforekomst.



Figur 1. Prinsippskisse som viser klassifisering av miljøtilstand i en vannforekomst. Kvalitetselementer inngår i vurdering av økologisk tilstand mens EUs prioriterte miljøgifter legges til grunn for kjemisk tilstandsvurdering, målt mot fastsatte miljøkvalitetsstandarder, såkalte EQS-verdier (Environmental Quality Standards), også kalt grenseverdier. Det kvalitetselementet som har dårligst tilstand styrer utfallet av tilstandsklassifiseringen. Dette er eksemplifisert i figuren ved at det kvalitetselementet som gir lavest tilstand, her «*moderat tilstand*» (farget gult), styrer den økologiske tilstanden. I figuren er kjemisk tilstand bestemt av at en eller flere miljøgifter er over EQS-verdi, slik at tilstanden klassifiseres til «*ikke god*» (farget rødt).

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 utslippspunktets beliggenhet, 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 vedlegg II og V i Vannforskriften (2015), særlig for å muliggjøre en reduksjon i frekvensen dersom virkningen ikke er vesentlig eller den relevante belastningen er fjernet.

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.

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

I 2015 utførte NIVA en tiltaksrettet miljøovervåking for Hydro Aluminium Sunndal (Borgersen & Berge 2016). Da ble det gjort analyser av miljøgifter i prøver av sediment, o-skjell og strandsnegl. De undersøkte stasjonene ble klassifisert for økologisk tilstand og kjemisk tilstand. Sedimentstasjonene var da i «*ikke god kjemisk tilstand*» på grunn av overskridelser av grenseverdi for flere PAH-forbindelser. Tre av de undersøkte biotastasjonene var i «*ikke god kjemisk tilstand*» på grunn av overskridelser av grenseverdier for PAH-forbindelsen fluoranten samt for kadmium.

Miljødirektoratet har bestemt at Hydro Aluminium Sunndal skal gjøre overvåking av Sunndalsfjorden hvert 6. år for sedimenter og hvert år for biota.

1.1 Bakgrunnsinformasjon om virksomheten og utslippene

1.1.1 Hydro Aluminium Sunndal

Hydro Sunndal metallverk er lokalisert på Sunndalsøra helt nede ved Sunndalsfjorden ved utløpet av elva Driva. Anlegget produserer primæraluminium, diverse støperiprodukter og anoder. Produksjonen startet i 1954 med et Søderberganlegg som var i drift fram til 2002 da verket ble ombygd til drift med «Prebake» teknologi som gir langt mindre utslipp av PAH til vann. Anlegget har utslipp til Sunndalsfjorden.

Produksjonsanlegget består av:

- Elektrolyseanleggene Su3 (1968) og Su4 (2004) som begge benytter prebake-teknologi og produserer ca. 390 000 tonn primæraluminium pr år ved full drift.
- Støperianlegg som støper ut flytende aluminium fra Su3 og Su4 og omsmeltemetall til pressbolt og støperilegeringer.
- Karbonfabrikk som produserer «grønne anoder» i massefabrikken og forbakte anoder i anodefabrikken.



Figur 2. Oversiktsbilde av produksjonsanlegget til Hydro Aluminium Sunndal på Sunndalsøra.

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 overvåkningen er representativ og overvåkingsdataene har høy oppløsning og viser stabile nivåer over tid (Vannforskriften, 2015).

1.1.2 Utslipp til vannforekomsten fra Hydro Aluminium Sundal

Elektrolyseanleggene: Renseanleggene består av et tørreanlegg og et våtvaskeanlegg med sjøvann. I tørr-rensetrinnet absorberes fluor av aluminiumoksid og tilbakeføres til elektrolysecellene. Restfluor og SO₂ absorberes i våtvaskerne og føres med sjøvannet til fjorden. Utslippstillatelsen har en grense på 12 kg/time suspendert stoff (SS), dvs. 105 tonn pr år. Reelt utslipp i 2014 var på 26 tonn SS. I tillegg inneholder avløpsvannet fluorider og tungmetaller.

Støperianlegget: Kjølevannet som brukes til støpeprosessen pumpes fra elva Driva. Noe av vannet brukes først i kompressoranlegg og likeretter. Avløpsvannet inneholdt ca. 4,8 tonn organisk karbon (TOC) fra støpeolje i 2014.

Karbonfabrikken: Avkjøling av «grønne anoder» utføres i vannbaserte kjøleanlegg. Avløpsvannet går i rør til infiltrasjonsbasseng. De «grønne anodene» bakes i en anodebrennovn som er tilknyttet et renseanlegg med elektrofilter, tørreanlegg og våtvaskeanlegg med sjøvann. Avløpsvann fra våtvaskeanlegget går til infiltrasjonsbasseng. Utslippstillatelsen har en grense på 460 kg PAH (Borneff 6) pr år. Rapportert mengde PAH til infiltrasjonsbasseng er 20 kg/år (2014). Vannet i infiltrasjonsbassenget filtreres gjennom løsmasser til sjø. Overvåking av PAH og SS i bassenger, fyllingsfronten og sjøen utenfor er innarbeidet i verkets måleprogram for ytre miljø og følger anbefalinger i rapport fra Multiconsult (Bruskeland 2004).

Hydro Sundals utslippstillatelser fra Miljødirektoratet er gitt i **Tabell 2** og **Tabell 3**.

Tabell 2. Hydro Sundals regulerte utslippstillatelser fra Miljødirektoratet (fra www.norskeutslipp.no). Samlet utslipp fra gassvaskanlegg i elektrolysen skal ikke overstige følgende verdier, målt ved utslippet fra anleggene:

Utslippskomponent	Utslippsgrenser (kg/time)		Gjelder fra
	Månedsmiddel	Årsmiddel ^[1]	
Suspendert stoff	16	12	01.11.2008

^[1] Gjennomsnitt over kalenderåret.

Tabell 3 Hydro Sundals regulerte utslippstillatelser fra Miljødirektoratet (fra www.norskeutslipp.no). Samlet utslipp fra renseanlegg for anodemassefabrikk inn i settlingsbasseng (sedimenteringsbasseng):

Utslippskomponent	Utslippsgrenser		Gjelder fra
	kg/år ^[2]	g/tonn brente anoder	
PAH (Borneff 6) ^[1]	460	2	01.11.2005

^[1] Sum av partikulært og oppløst PAH.

^[2] Totalt utslipp over kalenderåret.

I **Tabell 4** vises Hydro Sundals utslippskomponenter til vann fra www.norskeutslipp.no.

Tabell 4. Hydro Sunndals utslippskomponenter til vann. Utslipp av PAH er til infiltrasjonsbasseng. Dataene er fra www.norskeutslipp.no, og fra bedriften.

Utslippskomponent	Enhet	2012	2013	2014	2015	2016
PAH16-USEPA	Kg/år	1261	1281	2499	2421	2368
PAH (Borneff 6)	Kg/år				27	12
Suspendert stoff	Tonn/år	41,0	36,0	26,0	13,2	9,1
Totalt organisk karbon	Tonn/år	4,24	5,2	4,8	4,3	4,7
Arsen	Kg/år	0,6	2,34	1,55	0,97	0,71
Bly		0	2,5	1,5	1,04	0,85
Kadmium		0,03	0,07	0,08	0,05	0,06
Kobber		3,3	19,3	14,5	3,16	6,40
Krom		0,02	0,25	0,17	0,1	0,1
Nikkel		15,5	50,4	30,5	19,73	12,10
Sink		0,9	8,1	10,2	3,38	1,5
Fluorider		Tonn/år	30,0	36,0	25,0	19,3

Hydro Sunndal har et hovedutslipp som går ut i to ledninger (punkt 2, **Figur 3**). Det ene går ut på 12 m dyp, mens det andre er på 22 m dyp. Her går 11 200 m³/t sjøvann fra våtvaskeanlegg i elektrolysehallen. Inntaksvannet ligger mellom disse to og tas fra 35 m. Det går også ut noe kjølevann fra støperiet sammen med overflatevann langs kaia i dykket utslipp (punkt 1, **Figur 3**), mens kjølevannet og avløpsvannet fra våtvaskeanlegg Karbon går til ut til infiltrasjonsbassengene og videre gjennom fyllingene (punkt 3 og 4, **Figur 3**).

Kjølevannet fra Hydro Sunndal ansees ikke å ha større negative effekter i fjorden. Et lignende utslipp i Saudafjorden ble undersøkt av NIVA i 2007 (Kroglund m.fl. 2007). Her ble det simulert utslipp på 2450 m³/t til en lignende resipient, med utslipp på 10 og 20 m og et inntak på 35-36 m, for en sommer og en vintersituasjon. Overtemperaturen var her 10 °C. Temperaturforskjellen mellom plumen (skyen som dannes ved utslippspunktet) og 100 m fra utslippspunktet var i verste fall 0,5-1°C, noe som ansees å være ubetydelig. Ved Hydro Sunndal er utslippsarrangementet svært likt, men ΔT er 20 °C i stedet for 10 °C som ved simuleringene, men utslippsvolum er bare 650 m³/t mot hele 2450 m³/t i Sauda. Selv om vannet er dobbelt så varmt ved Hydro Sunndal i forhold til ved simuleringene i Sauda, er utslippet ved Hydro Sunndal, bare ¼-del av det som ble simulert for Sauda. Dette innebærer at «influensoområdet» dvs. overtemperatur på >2 °C, mest sannsynlig vil være innenfor 100 m-sonen fra utslippspunktet og ansees dermed ikke å ha stor innvirkning på det marine liv som eventuelt vil kunne finnes der.

Undersøkelsene i Sunndalsfjorden indikerer totalt sett at tilførsel og påvirkning av PAH-forbindelser i fjorden har avtatt vesentlig etter 2002, da aluminiumsverket gikk over til kun å bruke Prebake-teknologi til erstatning for Søderberg-anlegget (Næs m.fl. 2010).

1.1.3 Andre utslipp til resipienten.

Kommunale utslipp går i dag ut helt i østsiden av fjordens indre del (punkt 5 og 6, **Figur 3**). Utslippet av kommunal kloakk (punkt 5, **Figur 3**) ble før sluppet ut på 23 m dyp. I 2009 ble det foretatt en utredning om det var hensiktsmessig å legge utslippet dypere for å hindre innlagring i overflatelaget og at det ikke kommer i kontakt med Driva, da det kan ha store konsekvenser på eutrofisituasjonen i fjorden (Molvær, 2009). Utslippet er nå flyttet til 40 m dyp ca. 135 m fra land. Utslippet renses først i Rotosieve silanlegg med 1 mm silåpning. Utslippsledning av kommunalt overvann går også ut i separat rør på samme sted (punkt 6, **Figur 3**). På Sunndalsøra bor vel 4000 innbyggere.

NOFIMA har en forskningsstasjon for akvakultur lokalisert på Sunndalsøra. Utslippet fra NOFIMA (punkt 7, **Figur 3**) siles i filter (90 mikron) for suspendert stoff og slippes ut til Litldalselva. Det settes krav til at minimum rensegrad av avløpsvannet er 90 % totalfosfor, 70 % totalnitrogen og 70 % organisk stoff. Forutsatt at minimum rensekrav er oppfylt kan avløpsvannet føres ut i kraftverkskanalen på minst 2 m dyp. Ledningen må forankres slik at den ikke flyter opp eller endrer plassering. Alt annet inkl. suspendert stoff, ledes inn på det kommunale renseanlegget.



Figur 3 Forskjellige utslipp til Sunndalsfjorden.

1.2 Vannforekomstene

Bedriftens utslipp omfatter to vannforekomster.

Vannforekomst «Sunndalsfjorden ved Sunndalsøra» (ID 0303010901-C) er i Vann-Nett karakterisert som en ferskvannspåvirket beskyttet fjord (H4), og har et areal på 18 724 km². Vannforekomsten er vurdert i Vann-Nett til å ha «moderat økologisk tilstand». Bunnfauna viser «god» til «svært god» tilstand, mens bl.a. klorofyll a gir «moderat» til «dårlig» tilstand. Flere av de vannregionspesifikke PAH-forbindelsene og metaller (arsen og kobber) overskrider EQS-grensene og oppnår ikke god tilstand. Kjemisk tilstand er satt til «ikke god».

Vannforekomst «Sunndalsfjorden» (ID0303010902-7-C) er i Vann-Nett karakterisert som en ferskvannspåvirket beskyttet fjord (H4), og har et areal på 42 355 km². Vannforekomsten er vurdert i Vann-Nett til å ha antatt «moderat økologisk tilstand». Bunnfauna viser «god» til «svært god» tilstand, men kobber overskrider EQS og oppnår dermed ikke «god tilstand». For øvrig er det sparsomt med data for å underbygge økologisk tilstand. Kjemisk tilstand er satt til «ikke god».

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

1.2.1 Topografi

Sunnalsfjorden er en fortsettelse av Tingvollsfjorden og strekker seg fra Ballsneset og videre innover til Sunndalsøra (**Figur 4**). Selve Sunndalsfjorden er bare 17 km lang, mens den er 55 km lang når en inkluderer Tingvollsfjorden. Den har en bredde på 2-3 km i hele sin lengde og en hovedterskel på ca. 100 m dyp ute mellom Bergsøy og fastlandet og med noen mindre terskler lengre inne i Tingvollsfjorden. Største dyp er ca. 340 m og bunnvannet i fjordsystemet er delt inn i to hovedbasseng med en terskel på 200 m i Tingvollsfjorden.



Figur 4. Sunndalsfjorden fra Ballsneset til Sunndalsøra (Kilde: Vann-nett).

1.2.2 Strøm og vannsirkulasjon

Ferskvannslaget (0-15 m) med opphav fra Driva og Litldalselva medfører i hovedsak en utgående brakkvannsstrøm i overflatelaget på fjordens vestside, og en svakere inngående sjøvannsstrøm under dette. Dette styrer i stor grad vannutskiftninger i fjorden. På østsiden er strømmene svakere og mer variable, og netto utskiftning er mindre, men hovedtransporten av overflatelaget er observert å være sørvestlig, mot utløpet av Driva og Litldalselva (Molvær 1990). Dypere enn 15-20 m kan en anta at forskjeller i vannutskiftningen mellom fjordens øst- og vestside jevnes ut ved at tidevannsstrømmer, vindpåvirkning og effekter av tetthetsvariasjoner i det ytre fjordområdet dominerer (Molvær 1990). Utslipp av miljøgifter er i stor grad partikkelbundet og vil synke til bunnen og lagres på såkalt akkumulasjonsbunn. Store mengder suspendert stoff som kommer fra elva Driva vil fortynne slike utslipp og etter hvert også tildekke tidligere store utslipp når disse avtar eller opphører. Miljøgifter som er løselige i sjøvann vil kunne fraktes lengre ut i overflatelaget og tas opp i biota. Molvær (1990)

beskriver at transporten av elvevannet skjer mest på vestsiden av fjorden, mens strømmen utover er saktere på østsiden, med som tidligere nevnt en sørvestlig strøm helt inne ved aluminiumverkets østside.

2 Materiale og metoder

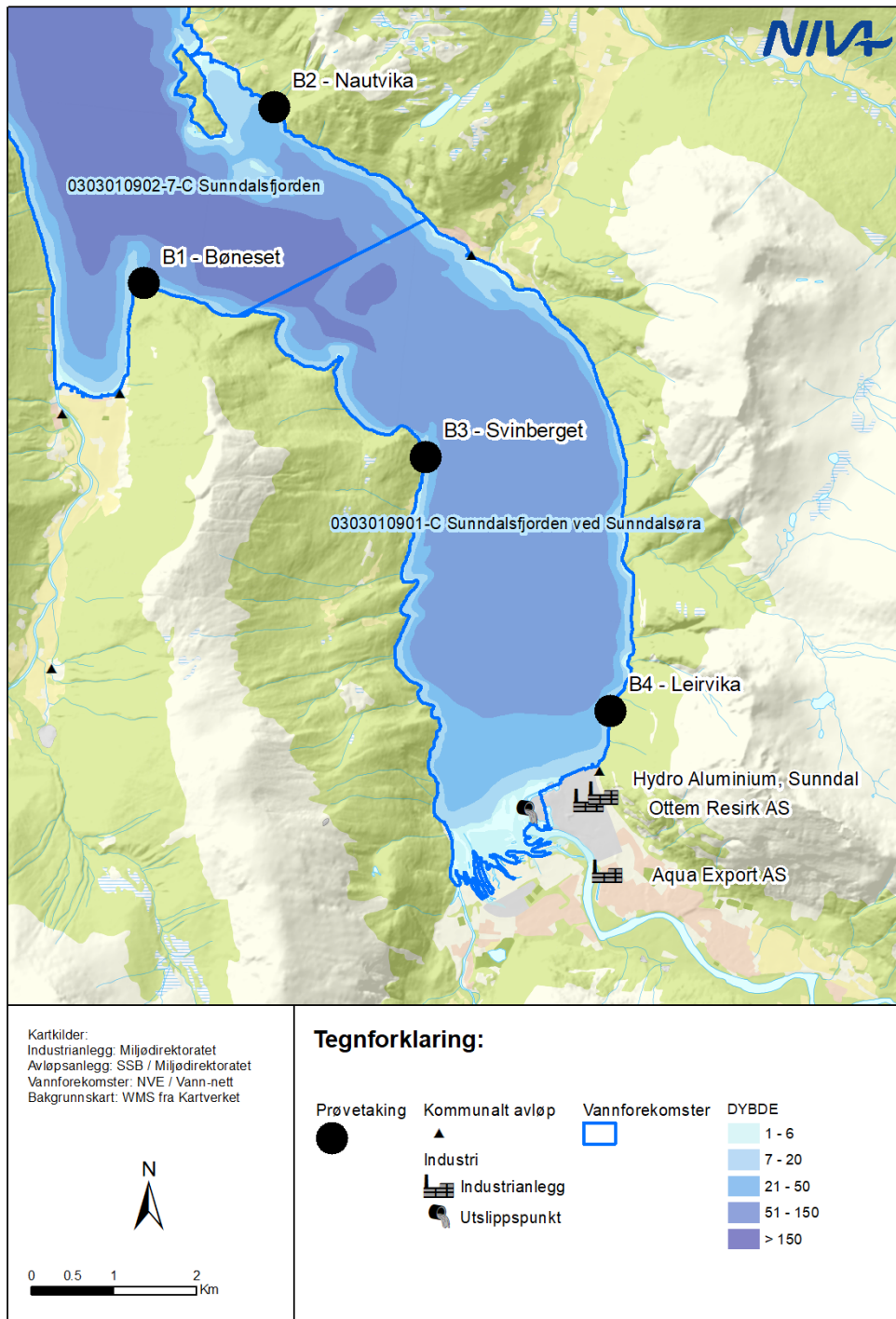
2.1 Prøvetaking av blåskjell

Det fins ikke blåskjell i den indre delen av Sunndalsfjorden. Derfor ble det utplassert blåskjell i Sunndalsfjorden til dette overvåkingsprosjektet. Det ble brukt blåskjell fra oppdrettsanlegg i Kaldvellfjorden i Lillesand i Aust-Agder. Blåskjellene ble utplassert 9. august 2017 og ble tatt opp igjen 23. og 25. oktober 2017, etter en periode på 11 uker. Dette er i overensstemmelse med Norsk Standard 9434, for overvåking av miljøgifter i blåskjell, der det anbefales at varigheten av utplasseringen bør være minst 2 måneder. Utplassering av blåskjell med kort varighet, 1-2 måneder, ser ut til å være nok for overvåking av metaller og mindre hydrofobe ikke-polare organiske miljøgifter (Schøyen m.fl. 2017). Overvåking med slik kort varighet av utplassering kan også fungere bra for andre mer hydrofobe organiske miljøgifter, så lenge målet med undersøkelsen er å sammenligne tidstrender eller relativ eksponeringsbelastning på de forskjellige lokalitetene. Erfaring fra overvåking viser at stoffer med lav vannløselighet krever lengre utplasseringstid enn 2 måneder før det etableres likevekt mellom konsentrasjon i vann og konsentrasjon i blåskjell.

Det ble gjort målinger av saltholdighet for å vurdere hvor dypt blåskjellene skulle plasseres. Blåskjellene ble utplassert på tre til seks meters dyp for å komme under ferskvannslaget i overflaten. På hver stasjon ble det utplassert to nett med blåskjell i én rigg bestående av én moring, tau opp til to små flytekuler, og synketau fra moringen som ble festet til land. Blåskjell ble utplassert på fire stasjoner i Sunndalsfjorden i avstand 0,8 km til 8,8 km fra bedriften (**Tabell 5**). Blåskjellstasjonene er vist i **Figur 5**.

Tabell 5. Blåskjell ble utplassert på fire stasjoner i Sunndalsfjorden.

	St. B1 Bøneset	St. B2 Nautvika	St. B3 Svinberget	St. B4 Leirvika
Avstand fra bedriften	8,3 km	8,8 km	4,4 km	0,8 km
Posisjon	X: 8.43683 Y: 62.73155	X: 8.4633 Y: 62.75203	X: 8.50732 Y: 62.15856	X: 8.5568 Y: 62.69043



Figur 5. Kart over blåskjellstasjonene i Sunndalsfjorden for overvåkingen i 2017. Siden det ikke ble funnet lokale blåskjell ble det utplassert blåskjell i nett på de fire stasjonene.

Blåskjellene ble lagt i rene plastposer av polyetylen og merket med prosjektnummer, stasjonskode og dato. Blåskjellprøvene ble fryst ned (<-20 °C) etter innsamling. 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. Blåskjellinnmaten ble skrapet ut med en skalpell og samles i et rent glødet prøveglass. Det ble brukt nytt skalpellblad for hver stasjon som ble opparbeidet. Fra hver stasjon ble det laget en blandprøve bestående av 50 blåskjell av størrelse 3-6 cm.

2.2 Kjemiske analyser

Prøver av blåskjell ble analysert for miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer. 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 6**.

Tabell 6. Oversikt over kjemiske analyser i blåskjell som er benyttet i overvåkingsprogrammet.

Parameter	Akkreditert metode	Standardmetode	Kvantifiseringsgrense (LOQ)	Enhet og basis	Utførende lab	Instrument/analyseteknikk
Kadmium			0,001			
Kobber	JA	NS EN ISO 17294-2	0,02	mg/kg våtvekt	Eurofins	ICP-MS
Sink	JA	NS EN ISO 17294-2	0,03			
Acenaften			0,5			
Acenaftylen			0,5			
Antracen			0,5			
Benzo(a)antracen			0,5			
Benzo(a)pyren			0,5			
Benzo(g,h,i)perylene			0,5			
Benzo(k)fluoranten			0,5			
Dibenso(ah)antracen			0,5			
Fenantren	JA	AM374.21	0,5	µg/kg våtvekt	Eurofins	HR-MS
Fluoren			0,5			
Fluoranten			0,5			
Indeno(1,2,3-cd)pyren			0,5			
Krysen			0,5			
Naftalen			0,5			
Pyren			0,5			
Sum PAH-16						
Tørrestoffprosent	JA	NS 4764	0,02	%	Eurofins	Gravimetri

LOQ betyr «limit of quantification».

2.3 Vurdering av tilstand

Resultatene er klassifisert i forhold til EQS-verdier gitt i vannforskriften og Miljødirektoratets veileder M-608/2016 (grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota). Det er viktig å understreke at miljøkvalitetsstandardene for organismer som er oppgitt i veileder M-608/2016 ikke er spesifikk vedrørende art eller vev. Miljøkvalitetsstandardene er risikobaserte, dvs. basert på toksikologiske tester og skal beskytte det akvatiske miljøet mot mulige skader.

3 Resultater

3.1 Tilstand for vannregionspesifikke stoffer

Ifølge den nye veilederen (M-608/2016) er det få vannregionspesifikke stoffer som det fins EQS-verdier (grenseverdier) for i biota. For stoffene i denne undersøkelsen er det bare grenseverdi for PAH-forbindelsen benzo(a)antracen. Det var ingen overskridelser av denne grenseverdien i prøvene av blåskjell fra Sunndalsfjorden (**Tabell 7**). Det var lave konsentrasjoner av benzo(a)antracen i blåskjellene, men det var høyest konsentrasjon i blåskjellene fra Leirvika, nærmest bedriften, og lavere konsentrasjoner med økende avstand fra bedriften.

Tabell 7. Klassifisering av tilstand for vannregionspesifikke stoffer. Tilstanden er angitt som god (hvit) og ikke god (svart). Klassifiseringen er gjort i henhold til grenseverdier gitt i veileder M-608/2016.

Stoff	EQS	St. B1 Bøneset	St. B2 Nautvika	St. B3 Svinberget	St. B4 Leirvika	Referanseskjell fra Kaldvellfjorden
Benzo(a)antracen	304 µg/kg våtvekt	0,177	0,214	0,319	1,04	0,251
Klassifisering av tilstand		God	God	God	God	God

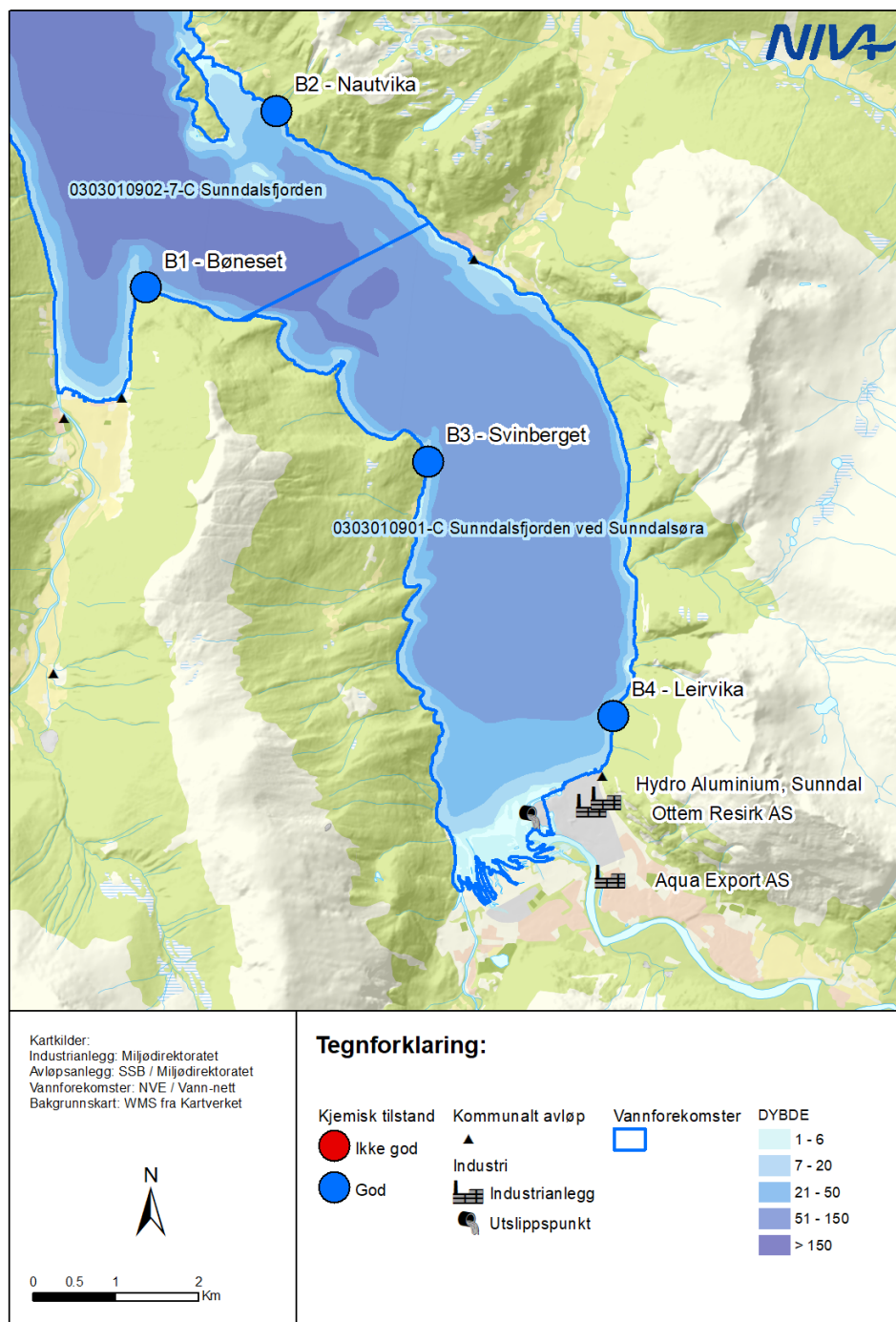
3.2 Kjemisk tilstand

Det var ingen overskridelser av grenseverdier for de prioriterte miljøgiftene i blåskjellene. Blåskjellene i Sunndalsfjorden var derfor i «god kjemisk tilstand». Konsentrasjonene av antracen, benzo(a)pyren, fluoranten og naftalen var langt under EQS-verdiene for disse stoffene.

Tabell 8. Kjemisk tilstand klassifisert etter EUs prioriterte miljøgifter. Klassifiseringen er gjort i henhold til grenseverdier gitt i veileder M-608/2016. Tilstand er angitt som «god» (blått) eller «ikke god» (rødt) i forhold til om konsentrasjonene er under eller over EQS (grenseverdien).

Parameter	Enhet/basis	EQS	St. B1 Bøneset	St. B2 Nautvika	St. B3 Svinberget	St. B4 Leirvika	Referanseskjell fra Kaldvellfjorden
Antracen	µg/kg våtvekt	2400	< 0,252	< 0,249	< 0,238	< 0,338	< 0,264
Benzo(a)pyren		5	< 0,154	< 0,188	< 0,183	0,844	< 0,161
Fluoranten		30	0,883	0,615	0,936	1,82	0,778
Naftalen		2400	< 17,3	< 12,6	< 14,2	< 14,0	< 15,6
Kjemisk tilstand			God	God	God	God	God

Det var ingen av overskridelser av grenseverdier for de prioriterte miljøgiftene, og de fire stasjonene i Sunndalsfjorden er derfor i «god kjemisk tilstand» (**Figur 6**).



Figur 6. Oversikt over kjemisk tilstand i Sunndalsfjorden i 2017 basert på analyser av prioriterte miljøgifter i blåskjell. Klassifiseringen er gjort i henhold til grenseverdier gitt i veileder M-608/2016. Tilstand er angitt som «god» (blått) eller «ikke god» (rødt) i forhold til om konsentrasjonene er under eller over EQS (grenseverdien).

3.3 Andre resultater fra blåskjellprøvene

3.3.1 Nivå av tungmetaller i forhold til beregnede referansekonsentrasjoner

I **Tabell 9** vises konsentrasjoner av tungmetaller i blåskjell fra Sunndalsfjorden. Det fins ikke grenseverdier i vannforskriften (EQS) eller tilstandsklasser for disse stoffene i biota. Det er imidlertid beregnet verdier for høye referansekonsentrasjoner (PROREF, provisional high reference concentration) for disse stoffene i blåskjell (Green m.fl. 2017). PROREF er beregnet på bakgrunn av konsentrasjoner i blåskjell fra stasjoner med ulik grad av forurensningsnivå, og fra referansestasjoner. Dataene er hentet fra overvåkingsprosjektet «Miljøgifter i norske kystområder» (MILKYS), som NIVA har utført på oppdrag for Miljødirektoratet. Alle analysedata for referansestasjonene for årene 1992-2016 ble brukt i beregningene av referansekonsentrasjoner. 95 persentilen ble valgt som verdi for høy referansekonsentrasjon. Konsentrasjonen av sink var så vidt høyere enn PROREF på tre av stasjonene, men på stasjonen nærmest bedriften var konsentrasjonen av sink lavere enn PROREF.

Tabell 9. Konsentrasjon av metaller i blåskjell fra Sunndalsfjorden i 2017. I tabellen vises verdier for høye bakgrunnskonsentrasjoner (PROREF – provisional high reference concentration), som er brukt i overvåking for Miljødirektoratet (Green m.fl. 2017). Konsentrasjoner som overstiger høy bakgrunnskonsentrasjon er markert med grå rute.

Parameter	Enhet/basis	PROREF	St. B1 Bøneset	St. B2 Nautvika	St. B3 Svinberget	St. B4 Leirvika	Referanseskjell fra Kaldvellfjorden
Kadmium	mg/kg våtvekt	0,18	0,13	0,13	0,14	0,10	0,098
Kobber		1,42	0,65	0,68	0,86	0,69	0,66
Sink		17,7	18	19	18	14	15

3.3.2 PAH-forbindelser

Det var lave konsentrasjoner av PAH-forbindelser i blåskjellene. I **Tabell 10** vises konsentrasjoner av 16 PAH-forbindelser i blåskjellene. I den nyeste veileder fra Miljødirektoratet (M-608/2016) er det ikke tilstandsklasser for miljøgifter i biota, bare for sedimenter og vann. Ved klassifisering etter «gammelt klassifiseringssystem» gitt i SFT-veileder 97:03 (Molvær, 1997), er alle blåskjellstasjonene i laveste tilstandsklasse (klasse I, *Ubetydelig-Lite forurenset*).

Tabell 10. Konsentrasjon av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra Sunndalsfjorden i 2017.

Parameter	Enhet/basis	St. B1 Bøneset	St. B2 Nautvika	St. B3 Svinberget	St. B4 Leirvika	Referanseskjell fra Kaldvellfjorden
Acenaften	µg/kg våtvekt	< 2,04	< 1,77	< 1,91	< 1,94	< 2,31
Acenaftylen		< 0,354	< 0,293	< 0,277	< 0,260	< 0,340
Antracen		< 0,252	< 0,249	< 0,238	< 0,338	< 0,264
Benz(a)antracen		0,177	0,217	0,319	1,04	0,251
Benzo[a]pyren		< 0,154	< 0,188	< 0,183	0,844	< 0,161
Benzo[b/j]fluoranten		0,974	1,20	1,66	4,35	1,39
Benzo[ghi]perylen		0,413	0,455	0,680	1,87	0,515
Benzo[k]fluoranten		0,190	0,254	0,355	1,06	0,262
Dibenz(a,h)antracen		< 0,0917	< 0,0977	< 0,0949	0,222	< 0,0980
Fenantren		< 2,24	< 2,38	< 2,32	2,37	< 2,39
Fluoranten		0,883	0,615	0,936	1,82	0,778
Fluoren		< 1,68	< 1,75	< 1,66	1,60	< 1,79
Indeno[1,2,3-cd]pyren		0,155	0,233	0,372	0,951	0,44
Krysen		0,598	0,508	0,827	1,97	1,11
Naftalen		< 17,3	< 12,6	< 14,2	14,0	< 15,6
Pyren		0,686	0,508	0,873	1,71	0,655
PAH16 eks. LOQ		4,08	3,99	6,03	15,8	5,40
PAH16 inkl. LOQ		28,2	23,3	26,9	36,3	28,3

LOQ betyr «limit of quantification».

4 Videre overvåking med blåskjell i Sunndalsfjorden

Overvåkingen i 2017 viste at det var lave konsentrasjoner av PAH-forbindelser og metaller i utplasserte blåskjell etter 11 ukers eksponering i Sunndalsfjorden. Det var ingen overskridelser av grenseverdier for PAH-forbindelsene som hører til de prioriterte miljøgiftene. Siden det var lave nivåer av PAH-forbindelser og metaller i blåskjellene kan det være hensiktsmessig å justere på intervallet for overvåking av biota i Sunndalsfjorden. Når det er lave konsentrasjoner (under grenseverdiene) kan det være hensiktsmessig å ha intervall for overvåking på hvert tredje år.

5 Oppsummering

Det var ingen overskridelser av grenseverdier for de prioriterte miljøgiftene på noen av blåskjellstasjonene. Sunndalsfjorden var derfor i «*god kjemisk tilstand*» basert på analyser av blåskjell. For tre av blåskjellstasjonene var det konsentrasjon av sink som var noe over verdi for høy bakgrunnskonsentrasjon for blåskjell. Det var bare lave konsentrasjoner av PAH-forbindelser i blåskjellene.

6 Referanser

- Borgersen, G. & Berge, J.A. 2016. Tiltaksrettet overvåking av Sunndalsfjorden i henhold til vannforskriften. Overvåking for Hydro Aluminium Sunndal. NIVA-rapport 6980-2016.
- 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.
- Direktoratsgruppa (2011). Veileder 01:2011. Karakterisering og analyse. Metodikk for karakterisering og risikovurdering av vannforekomster etter vannforskriftens §15.
- Green, N.W., Schøyen, M., Øxnevad, S., Ruus, A., Hjermann, D., Severinsen, G., Høgåsen, T., Beylich, B., Håvardstun, J., Lund, E., Tveiten, L. & Bæk, K. 2017. Contaminants in coastal waters of Norway 2016. Miljøgifter i norske kystområder 2016. Miljødirektoratet rapport M-856/2017. NIVA-rapport 7200-2017.
- M-608. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Miljødirektoratet. Veileder M-608. 2016.
- Molvær, J., 1990. Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden, Møre og Romsdal, Delrapport 6, Vannutskiftning og vannkvalitet. NIVA-rapport 2406-1990.
- Molvær, J. Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. & Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Veiledning 97:03. Miljødirektoratets rapportserie TA 1467/1997
- Norsk Standard 9434:2017. Vannundersøkelse. Overvåking av miljøgifter i blåskjell (*Mytilus* spp.). Innsamling av utplasserte eller stedeagne skjell og prøvebehandling.
- Næs, K., Allan, I., Oug, E., Nilsson, H., Håvardstun, J., 2010. Oppdatering av miljøstatus for Sunndalsfjorden i 2008. Vannmasser, sediment og organismer. NIVA-rapport 5941-2010.
- Schøyen, M., Allan, I., Ruus, A., Håvardstun, J., Hjermann, D.Ø. & Beyer, L. 2017. Comparison of caged and native blue mussels (*Mytilus edulis* spp.) for environmental monitoring of PAH, PCB and trace metals. Marine Environmental Research. Vol 130: 221-232.

Vedlegg A. Analyserapporter



Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 02348 / (+47) 22 18 51 00
E-post: niva@niva.no

ANALYSERAPPORT

RapportID: 9062

Kunde: Sigurd Ørnevad
Prosjektnummer: O 17248 - Tiltaksrettet overvåking av Sunndalsfjorden i 2017

Analyseoppdrag: 684-5070
Versjon: 1
Dato: 24.01.2018

Provenr.: NR-2017-10857
Provetype: BIOTA
Provetakningsdato: 24.10.2017 00.00.00
Prove mottatt dato: 14.11.2017
Analyseperiode: 01.12.2017 - 04.01.2018

Provemerking: B1/SunndalsfjordenB1
Stasjon : B1 B1 Sunndalsfjorden
Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
Vev : SB/Whole soft body
Individnr: 1

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fettinnhold	Internal Method 1	2,64	%			Eurofins b)
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,13	mg/kg	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	0,65	mg/kg	25%	0,02	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	18	mg/kg	25%	0,5	Eurofins
Acenaften	Internal Method 1	< 2,04	ng/g			Eurofins b)
Acenaftylen	Internal Method 1	< 0,354	ng/g			Eurofins b)
Antracen	Internal Method 1	< 0,252	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	0,177	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	< 0,154	ng/g			Eurofins b)
Benzo[b,j]fluoranten	Internal Method 1	0,974	ng/g			Eurofins b)
Benzo[g,h,i]perylen	Internal Method 1	0,413	ng/g			Eurofins b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	0,190	ng/g			Eurofins b)
Dibenzo[a,h]antracen	Internal Method 1	< 0,0917	ng/g			Eurofins b)
Fenantren	Internal Method 1	< 2,24	ng/g			Eurofins b)
Fluoranten	Internal Method 1	0,883	ng/g			Eurofins b)
Fluoren	Internal Method 1	< 1,68	ng/g			Eurofins b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,155	ng/g			Eurofins b)
Krysen	Internal Method 1	0,598	ng/g			Eurofins b)
Naftalen	Internal Method 1	< 17,3	ng/g			Eurofins b)
Pyren	Internal Method 1	0,686	ng/g			Eurofins b)
Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_BF)	4,08	ng/g			Eurofins
Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_BF)	28,2	ng/g			Eurofins
Torrstoff %	NS 4764	15	%	12%	0,02	Eurofins

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

Provenr.: NR-2017-10858
Provetype: BIOTA
Provetakningsdato: 24.10.2017 00.00.00
Prove mottatt dato: 14.11.2017
Analyseperiode: 01.12.2017 - 04.01.2018

Provemerking: B2/SunndalsfjordenB2
Stasjon : B2 B2 Sunndalsfjorden
Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
Vev : SB/Whole soft body
Individnr: 1

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Minde 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 proven som er testet.

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

Side 1 av 4

Provenr.: NR-2017-10858
 Provetype: BIOTA
 Provetakningsdato: 24.10.2017 00.00.00
 Prove mottatt dato: 14.11.2017
 Analyseperiode: 01.12.2017 - 04.01.2018

Provemerking: B2/SunnalsfjordenB2
 Stasjon : B2 B2 Sunndalsfjorden
 Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
 Vev : SB/Whole soft body
 Individnr: 1

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fettinnhold	Internal Method 1	2,16	%			Eurofins b)
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,13	mg/kg	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	0,68	mg/kg	25%	0,02	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	19	mg/kg	25%	0,5	Eurofins
Acenaften	Internal Method 1	< 1,77	ng/g			Eurofins b)
Acenaftylen	Internal Method 1	< 0,293	ng/g			Eurofins b)
Antracen	Internal Method 1	< 0,249	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	0,217	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	< 0,188	ng/g			Eurofins b)
Benzo[b,j]fluoranten	Internal Method 1	1,20	ng/g			Eurofins b)
Benzo[g,h,i]perylen	Internal Method 1	0,455	ng/g			Eurofins b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	0,254	ng/g			Eurofins b)
Dibenzo[a,h]antracen	Internal Method 1	< 0,0977	ng/g			Eurofins b)
Fenantren	Internal Method 1	< 2,38	ng/g			Eurofins b)
Fluoranten	Internal Method 1	0,615	ng/g			Eurofins b)
Fluoren	Internal Method 1	< 1,75	ng/g			Eurofins b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,233	ng/g			Eurofins b)
Krysen	Internal Method 1	0,508	ng/g			Eurofins b)
Naftalen	Internal Method 1	< 12,6	ng/g			Eurofins b)
Pyren	Internal Method 1	0,508	ng/g			Eurofins b)
Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	3,99	ng/g			Eurofins
Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	23,3	ng/g			Eurofins
Torrstoff %	NS 4764	15	%	12%	0,02	Eurofins

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

Provenr.: NR-2017-10859
 Provetype: BIOTA
 Provetakningsdato: 24.10.2017 00.00.00
 Prove mottatt dato: 14.11.2017
 Analyseperiode: 29.11.2017 - 04.01.2018

Provemerking: B3/SunnalsfjordenB3
 Stasjon : B3 B3 Sunndalsfjorden
 Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
 Vev : SB/Whole soft body
 Individnr: 1

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fettinnhold	Internal Method 1	4,05	%			Eurofins b)
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,14	mg/kg	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	0,86	mg/kg	25%	0,02	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	18	mg/kg	25%	0,5	Eurofins
Acenaften	Internal Method 1	< 1,91	ng/g			Eurofins b)
Acenaftylen	Internal Method 1	< 0,277	ng/g			Eurofins b)
Antracen	Internal Method 1	< 0,238	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	0,319	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	< 0,183	ng/g			Eurofins b)
Benzo[b,j]fluoranten	Internal Method 1	1,66	ng/g			Eurofins b)
Benzo[g,h,i]perylen	Internal Method 1	0,680	ng/g			Eurofins b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	0,355	ng/g			Eurofins b)

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.

Side 2 av 4

Provenr.: NR-2017-10859 **Prøvermerking:** B3/SundalsfjordenB3
Provetype: BIOTA **Stasjon :** B3 B3 Sundalsfjorden
Provetakningsdato: 24.10.2017 00.00.00 **Art :** MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
Prove mottatt dato: 14.11.2017 **Vev :** SB/Whole soft body
Analyseperiode: 29.11.2017 - 04.01.2018 **Individnr:** 1

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Dibenzo[a,h]antracen	Internal Method 1	< 0,0949	ng/g			Eurofins b)
Fenantren	Internal Method 1	< 2,32	ng/g			Eurofins b)
Fluoranten	Internal Method 1	0,936	ng/g			Eurofins b)
Fluoren	Internal Method 1	< 1,66	ng/g			Eurofins b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,372	ng/g			Eurofins b)
Krysen	Internal Method 1	0,827	ng/g			Eurofins b)
Naftalen	Internal Method 1	< 14,2	ng/g			Eurofins b)
Pyren	Internal Method 1	0,873	ng/g			Eurofins b)
Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	6,03	ng/g			Eurofins
Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	26,9	ng/g			Eurofins
Tørrstoff %	NS 4764	15	%	12%	0,02	Eurofins

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

Provenr.: NR-2017-10860 **Prøvermerking:** B4/SundalsfjordenB4
Provetype: BIOTA **Stasjon :** B4 B4 Sundalsfjorden
Provetakningsdato: 24.10.2017 00.00.00 **Art :** MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
Prove mottatt dato: 14.11.2017 **Vev :** SB/Whole soft body
Analyseperiode: 01.12.2017 - 04.01.2018 **Individnr:** 1

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fettinnhold	Internal Method 1	1,59	%			Eurofins b)
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,10	mg/kg	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	0,69	mg/kg	25%	0,02	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	14	mg/kg	25%	0,5	Eurofins
Acenaften	Internal Method 1	< 1,94	ng/g			Eurofins b)
Acenaftylen	Internal Method 1	< 0,260	ng/g			Eurofins b)
Antracen	Internal Method 1	< 0,338	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	1,04	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	0,844	ng/g			Eurofins b)
Benzo[b,i]fluoranten	Internal Method 1	4,35	ng/g			Eurofins b)
Benzo[g,h,i]perylen	Internal Method 1	1,87	ng/g			Eurofins b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	1,06	ng/g			Eurofins b)
Dibenzo[a,h]antracen	Internal Method 1	0,222	ng/g			Eurofins b)
Fenantren	Internal Method 1	< 2,37	ng/g			Eurofins b)
Fluoranten	Internal Method 1	1,82	ng/g			Eurofins b)
Fluoren	Internal Method 1	< 1,60	ng/g			Eurofins b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,951	ng/g			Eurofins b)
Krysen	Internal Method 1	1,97	ng/g			Eurofins b)
Naftalen	Internal Method 1	< 14,0	ng/g			Eurofins b)
Pyren	Internal Method 1	1,71	ng/g			Eurofins b)
Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	36,3	ng/g			Eurofins
Tørrstoff %	NS 4764	13	%	12%	0,02	Eurofins

Tegnforklaring:

*: Ikke omfattet av akkrediteringen

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

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereportoren 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.

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

Provenr.: NR-2017-10861 **Provermerking:** Ref/Referanseskjell-Kaldvellfjorden
Provetype: BIOTA
Provetakningsdato: 24.10.2017 00.00.00
Prove mottatt dato: 14.11.2017
Analyseperiode: 01.12.2017 - 04.01.2018

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fettinnhold	Internal Method 1	1,56	%			Eurofins b)
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,098	mg/kg	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	0,66	mg/kg	25%	0,02	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	15	mg/kg	25%	0,5	Eurofins
Acenaften	Internal Method 1	< 2,31	ng/g			Eurofins b)
Acenaftylen	Internal Method 1	< 0,304	ng/g			Eurofins b)
Antracen	Internal Method 1	< 0,264	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	0,251	ng/g			Eurofins b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	< 0,161	ng/g			Eurofins b)
Benzo[b,j]fluoranten	Internal Method 1	1,39	ng/g			Eurofins b)
Benzo[g,h,i]perylene	Internal Method 1	0,515	ng/g			Eurofins b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	0,262	ng/g			Eurofins b)
Dibenzo[a,h]antracen	Internal Method 1	< 0,0980	ng/g			Eurofins b)
Fenantren	Internal Method 1	< 2,39	ng/g			Eurofins b)
Fluoranten	Internal Method 1	0,778	ng/g			Eurofins b)
Fluoren	Internal Method 1	< 1,79	ng/g			Eurofins b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,441	ng/g			Eurofins b)
Krysen	Internal Method 1	1,11	ng/g			Eurofins b)
Naftalen	Internal Method 1	< 15,6	ng/g			Eurofins b)
Pyren	Internal Method 1	0,655	ng/g			Eurofins b)
Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	5,40	ng/g			Eurofins
Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	28,3	ng/g			Eurofins
Tørrestoff %	NS 4764	13	%	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

Veronica Eftevåg

Overingenior

Rapporten er elektronisk signert

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

< : Mindre enn, > : Større enn, MU: Måleusikkerhet (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 våtvekt.

Side 4 av 4

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