



FINNFJORD INDRE, 3^{dje} PRØVETAKING AV SEDIMENT VÅR og HØST 2017

Forfattere:
Nerea Aalto

Dato: 9. februar 2018

Antall sider:

Oppdragsgivers referanser: Bente Hjerkin

Distribusjon: Gjennom oppdragsgiver

Sammendrag:

Denne miljøundersøkelsen er den tredje etter at Miljødirektoratet i 2014 påla Finnfjord as å utarbeide et program for vannovervåking, og gjennomføre dette i vannforekomsten Finnfjord Indre. Første rapport ble sendt inn 29 februar 2016, og i en tilbakemelding fra Miljødirektoratet i brev datert 4 april 2016 ble det varslet om behov for en ny undersøkelse for å kartlegge omfang og spredning av PAH-forurensning i sedimentene utenfor kaiområdet. Analyserte PAH-konsentrasjoner i denne og forrige undersøkelse viser lavere forurensninger i nærheten av kaia enn i den som ble gjennomført i 2016. Regulære undersøkelser vil fortsette minst en gang i året for å følge endringer i konsentrasjoner av miljøgift, men også i fysisk, kjemisk og biologisk miljøparametere bli inkludert.

Det ble observert "Moderat" forurensning av noen PAH forbindelser ved alle stasjoner, og to PAH-forbindelse var tilstede i klasse "Dårlig". PAH₁₆ inneholdet på samme stasjoner som ble analysert i 2015 (Svenning 2016) viste omtrent samme verdier.

Analysene av tungmetaller (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Pb, Zn) viste litt variasjon mellom stasjonene og hadde lave konsentrasjoner, med tilstandsklasse "Bakgrunn" for alle.

De hydrografiske målingene viste "normale" sjøverdier for temperatur, klorofyll *a*, saltholdighet og CO₂-nivå for årstiden.

Det ble tatt nye sedimentprøver og hydrografiske målingene i februar 2018. I tillegg ble ROV-undervann drone inkludert for å beskrive sjøbunn utenfor kaiområdet for å avdekke mulige undervannsforurensere.

1. Innledning	3
2. Gjeldende grenseverdier for utvalgte kontaminanter	4
3. Materiale og metoder	5
3.1. Fysisk oseanografi og <i>in vivo</i> Chl <i>a</i> (klorofyll <i>a</i>)	5
3.2. pH og vannets bufferkapasitet	5
3.3. Prøvetaking av sediment	6
4. Resultater	8
4.1. Metaller og PAH i sediment	8
4.2. pH og CO ₂ -innhold	9
4.3. Fysisk oseanografi og <i>in vivo</i> fluorescens (FL, Chl <i>a</i>) i Finnfjord Indre	11
5. Tidligere malinger	14
6. Konklusjoner og vurdering av videre overvåking	17
7. Referanser:	18
8. Vedlegg	19
8.1. Analyseraportter fra Eurofins Environment Testing Norway AS	19

1. Innledning

I 2014 påla Miljødirektoratet Finnfjord as å utarbeide et program for vannovervåking, og deretter gjennomføre dette i vannforekomsten Finnfjord Indre. De første undersøkelsene som ble gjennomført i 2015 og sendt inn 29 februar 2016 viste spesielt høy PAH konsentrasjon nærheten av kaiområdet. På grunn av høye og ujevne miljøgift verdier varslet Miljødirektoratet at det er behov for en ny undersøkelse som kartlegger omfang og spredning av PAH-forurensingen i sedimentene utenfor kaiområdet i et brev datert 4 april 2016.

Resultater av komplementære undersøkelse (publisert i rapporten *Oppfølging av miljøundersøkelsen i vannforekomsten Finnfjord Indre*. Aalto, N., 08.06.2017) viste noen moderate og dårlige PAH-forurensinger i nærheten av kaiområdet.

Denne og de to forrige undersøkelsene ble gjennomført med samme protokoll. Det har ikke skjedd store strukturelle endringer i området dermed kan det forventes at samt vannmassenes strømningsmønster og vannutskifting, beskrevet i rapporten fra 2016, og utslippskomponenter fra Finnfjord AS, beskrevet av Akvaplan-niva i det foreslåtte overvåkningsprogrammer (Rapport nr. 7386-02), har forblitt den samme.

2. Gjeldende grenseverdier for utvalgte kontaminanter

Grenseverdiene for tungmetaller og PAH som ble brukt i denne undersøkelsen er sammenfattet i Tabell 1 nedenfor. Verdiene er fra en revidert veiledning for klassifisering av miljøtilstand i vann (M-608), publisert av Miljødirektorat i 2016.

Tabell 1: Gjeldende klassifisering for miljøtilstand fra innhold av metaller og PAH i sedimenter. Alle verdier er oppgitt på tørrvektbasis (M-808, 2016).

Parametre:	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Metaller					
As (Arsen, mg/kg)	< 15	15–18	18–71	71–580	> 580
Cd (Kadmium, mg/kg)	< 0,2	0,2–2,5	2,5–16	16–157	>157
Cr (Krom, mg/kg)	< 60	60–660	660–6000	6000–15000	> 15000
Cu (Kobber, mg/kg)	< 20	20–84	84	84–147	> 147
Ni, (Nikkel, mg/kg)	< 30	30–42	42–271	271–533	> 533
Hg (Kvikksølv, mg/kg)	< 0,05	0,05–0,52	0,52–0,75	0,75–1,45	> 1,45
Pb (Bly, mg/kg)	< 25	25–150	150–1480	1480–2000	2000–2500
Zn (Sink, mg/kg)	< 90	90–139	139–750	750–6690	> 6690
PAH					
Naftalen (µg/kg)	< 2	2–27	27–1754	1754–8769	> 8769
Acenaftilen (µg/kg)	< 1,6	1,6–33	33–85	85–8500	> 8500
Acenaften (µg/kg)	< 2,4	2,4–96	96–195	195–19500	> 19500
Antracen (µg/kg)	< 1,2	1,2–4,6	4,6–30	30–295	> 295
Benzo[a]antracen (µg/kg)	< 3,6	3,6–60	60–501	501–50100	> 50100
Benzo[b]fluoranten (µg/kg)	< 90	90–140	140	140–10600	> 10600
Benzo[k]fluoranten (µg/kg)	< 90	90–135	135	135–7400	> 7400
Benzo[ghi]perylen (µg/kg)	< 18	18–84	84	84–1400	> 1400
Benzo[a]pyren (µg/kg)	< 6	6–183	183–230	230–13100	> 13100
Dibenzo[ah]antrace (µg/kg)	< 12	12–27	27–273	273–2730	> 2730
Fenantren (µg/kg)	< 6,8	6,8–780	780–2500	2500–25000	> 25000
Fluoren (µg/kg)	< 6,8	6,8–150	150–694	694–34700	> 34700
Fluoranten (µg/kg)	< 8	8–400	400	400–2000	> 2000
Indeno[1,2,3-cd]pyren (µg/kg)	< 20	20–63	63	63–2300	> 2300
Krysen (µg/kg)	< 4,4	4,4–280	280	280–2800	> 2800
Pyren (µg/kg)	< 5,2	5,2–84	84–840	840–8400	> 8400

3. Materiale og metoder

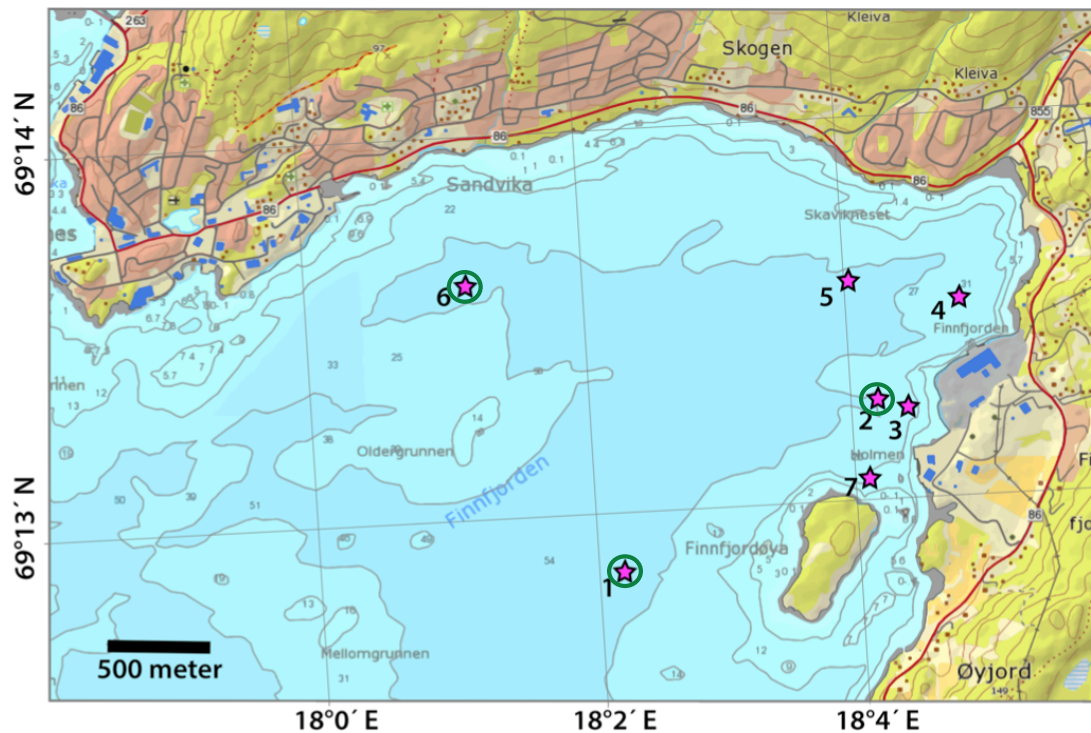
3.1. Fysisk oseanografi og *in vivo* Chl *a* (klorofyll *a*)

Vi brukte samme stasjoner for oseanografi målinger i Finnfjord Indre, som i 2015, se Figur 1. Målingene ble utført i april 2017 med forskningsfartøyet Hyas og i august 2017 med forskningsfartøyet Johan Ruud.

Forskningsfartøyet Hyas er ikke utstyrt med electronic CTD. På grunn av dette ble temperatur (°C) og saltholdighet (ppt) målt med håndbetjent TS-meter (YSI) fra overflate til 15 meter i april. I august ble en Seabird 9-11 electronic CTD ble brukt å måle temperatur (°C), saltholdighet (ppt) og tetthet (sigma-t). Et fluorometer (Seapoint sensor) festet til CTDen ble brukt til å måle *in vivo* fluorescens (FL), som et relativt mål på Chl *a* konsentrasjon (FL er kalibrert mot *in vitro* målinger). CTD sonden ble senket og hevet med kran på hver stasjon.

3.2. pH og vannets bufferkapasitet

Et håndholdt pH-meter (WvW Multi 3320), med nøyaktighet på $\pm 0,001$, ble brukt til å måle pH, beregne vannets bufferkapasitet og temperatur på tre stasjoner i tre forskjellige dyp: 0 m, 10 m, bunn (Figur 1). En to-punkts kalibrering ved pH 4,01 og 7,00 ble utført før målingene. Målingene foregikk ved samme prosedyre som er beskrevet i de to siste undersøkelsene (Svenning 2016, Aalto 2017). Målingene ble gjort i april 2017 med forskningsfartøyet Hyas og i august 2017 med forskningsfartøyet Juhan Ruud.

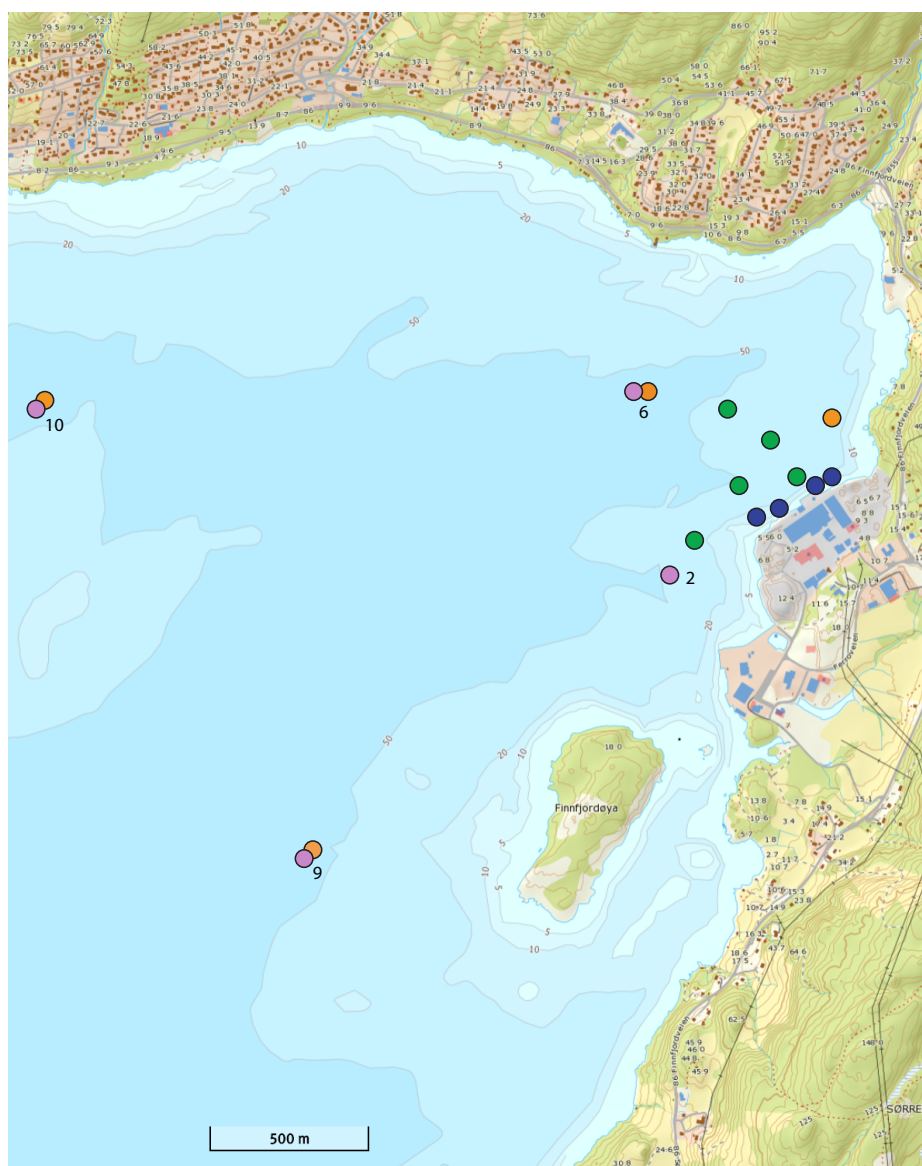


Figur 1: Utvalgte stasjoner (1-7) i Finnfjord Indre for fysisk oseanografi (CTD) målinger. Grønne sirkler angir stasjoner (1, 2, 6) for vannprøver fra tre forskjellige dyp. Kartet er hentet og modifisert fra Svenning (2016).

3.3. Prøvetaking av sediment

Det ble tatt sedimentprøver ved stasjonene 2, 6, 9 og 10 angitt i Figur 2. Stasjoner 6, 9 og 10 er de samme som ble brukt i miljøovervåking i 2015 (Svenning 2016). Sedimentprøvene ble tatt i april 2017 med Van Veen grabb fra forskningsfartøyet Hyas.

For hver sediment-stasjon ble det tatt en prøve på ca. 1 kg som ble plassert i en plast-prøveboks. Prøveboksene ble lagret ved 4 °C i mørke til de ble pakket i isoporkasse med fryselementer og sendt til analyselaboratoriet. Sedimentprøvene ble analysert for innhold av PAH (16 EPA) og metaller (As, Pb, Cd, Hg, Cu, Cr, Ni, Zn) i Eurofins Environment Testing Norway AS (Bergen).



Figur 2: Prøvetakingsstasjoner for sedimentanalyser i Finnjord Indre. Sedimentstasjoner (2, 6, 9, 10) benyttet i denne undersøkelsen er markert med lilla sirkel. Sedimentstasjoner brukt i forrige undersøkelsen er markert med ulike farger: 2008 blå sirkel, 2015 oransje sirkel og 2016 grønn sirkel.

4. Resultater

4.1. Metaller og PAH i sediment

Målingene viser ikke noen metallforurensninger ved sediment-stasjonene. Alle tungmetallene viser miljøtilstand "Bakgrunn" (Tabell 2).

Det ble påvist et noe høyere PAH-innhold innenfor innflytelsesområdet av Finnfjord as enn utenfor, og de totale PAH₁₆ konsentrasjonene var jevnt lavere jo lengre prøvepunktet lå fra kaiområdet (Tabell 3). Stasjon 2, nærmest kaia, oppnår miljøtilstandsklasse "Moderat", med svak forurensning av naftalen, bentzo[a]antracen og pyren. Antracen og bentzo[ghi]perylensom oppnår nivå "Dårlig" (Tabell 3). Stasjoner 6 og 9 har "Moderat" konsentrasjon av to PAH forbindelsene (pyren og naftalen) ellers de fleste forbindelsene forblir i tilstandsklasse "God". Stasjon 9 har spesielt høy naftalen konsentrasjon sammenlignet med andre stasjoner og utgjør over halvparten av totalt PAH₁₆ konsentrasjon på denne stasjonen (Tabell 3).

Tabell 2: Konsentrasjon av tungmetaller i sedimentprøver fra Finnfjord Indre. Resultatene er oppgitt i mg/kg. Farge viser miljøtilstand iht M-608 klassifiseringssystem (blå "Bakgrunn"). Alle verdier er oppgitt på tørrvektbasis.

	Stasjon 2	Stasjon 6	Stasjon 9	Stasjon 10
Metaller (mg/kg)				
As (Arsen)	2,4	3,4	2,9	3,5
Cd (Kadmium)	0,033	0,043	0,034	0,042
Cr (Krom)	20	20	18	17
Cu (Kobber)	6,6	6,6	5,7	5,5
Ni, (Nikkel)	8,9	9,5	8,3	8,1
Hg (Kvikksølv)	0,007	0,006	0,006	0,006
Pb (Bly)	4,8	6,4	6,2	5,5
Zn (Sink)	27	32	28	26

Tabell 3: Konsentrasjon av PAH i sedimentprøvene fra Finnfjord Indre. Resultatene er gitt i µg/kg. Fargene viser miljøtilstand iht M-608 klassifiseringssystem (blå ”Bakgrunn, grønn ”God”, gul ”Moderat”, oransje ”Dårlig”). Alle verdier er oppgitt på tørrvektbasis.

	Stasjon 2	Stasjon 6	Stasjon 9	Stasjon 10
PAH (µg/kg)				
Naftalen	31,4	15,7	275	4,24
Acenaftalen	2,3	1,64	1,08	1,22
Acenaften	23,4	12,4	2,61	3,12
Antracen	38,9	20,3	4,06	5,1
Benzo[a]antracen	91,1	43,6	13,1	15,8
Benzo[b]fluoranten	99	48,6	18,8	23,2
Benzo[k]fluoranten	36,2	19,3	6,36	8,09
Benzo[ghi]perylene	93,5	73,4	23,8	31,9
Benzo[a]pyren	92	43,1	13,3	17,8
Dibenzo[a,h]antracen	15,4	10,1	3,35	3,95
Fenantren	156	85,1	17,1	25
Fluoren	22,9	12,7	3,04	3,57
Fluoranten	210	112	30,6	43,6
Indeno[1,2,3-cd]pyren	51,9	27,4	9,25	15,6
Krysen	84,1	41,9	13,5	16,4
Pyren	156	85,6	24,6	33,9
Sum PAH 16	1200	653	460	252

4.2. pH og CO₂-innhold

pH-målinger foretatt i løpet av årstidene hvor biologisk aktivitet er høy og temperatur i vannsøylen endres raskt, om våren bli sjøvann varmere og om høsten kaldere. Disse forårsaker stor variasjon mellom år (Eilertsen & Skardhamar 2006). Temperatur varierte i april mellom 5,2–8,2 °C samt i august mellom 8,0–13,9 °C (Tabell 4). I april ble varmeste vann målt på 10 m eller på bunn, men differanse til overflaten var ikke særlig stor, 1–2 grader. Våren 2017 kom sent, og det var mye snø fortsatt i slutten av april. Etter sommeren er det typisk at overflate er varmere en vann nær av bunn og det kom også klart til uttrykk i målingen gjorde i august.

Variasjon av total CO₂-innhold mellom stasjoner og mellom år er liten (Tabell 4). Påvirkning av temperatur til total CO₂-innhold i sjøvann oppstår svakt på målinger; i august sjøvann er varmere enn i april og kan binde mindre CO₂ (Riley & Skirrow 1975).

Stort sett av målet pH står mellom 8,0–8,15 og litt lavere pH finnes på bunnen men det tilhører sjøvanns naturlig pH variasjon (Tabell 4). Normalt sjøvanns pH varierer rundt pH 8,0 men både av fysiske og biologiske årsaker er total variasjon ca. pH 6,6–8,45 (Hofmann et al. 2011). Av denne årsaken er dette tvingende nødvendig og foreta relativ hyppige pH målinger i forskjellige sesonger på en bestemt plass.

Tabell 4: pH-målinger og total CO₂-innhold oppgitt som milimol/l i Finnfjord Indre. Målinger ble tatt ved stasjon 1, 2 og 6 fra Figur 1.

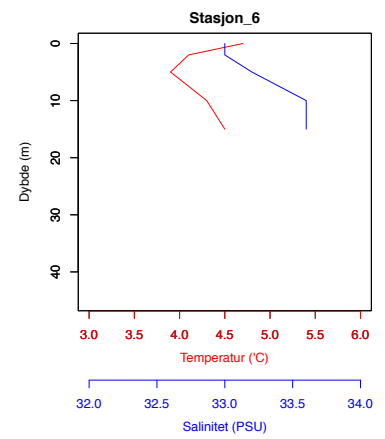
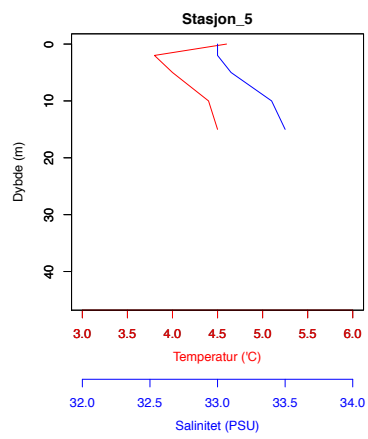
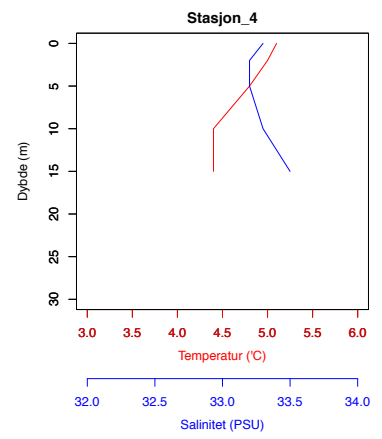
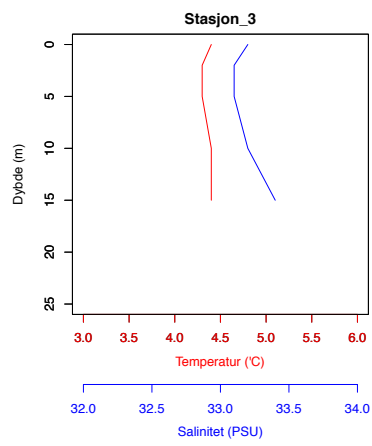
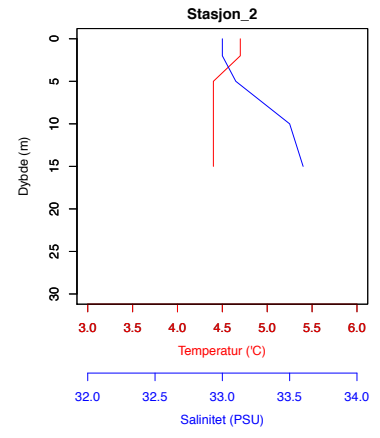
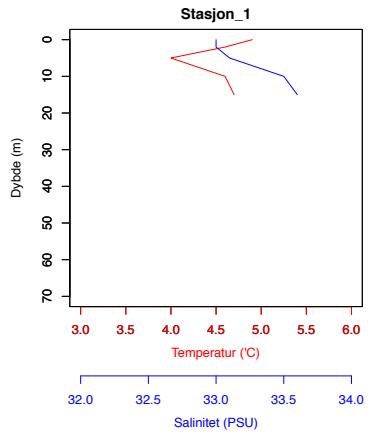
Dato	Stasjon	Dyp (m)	Temp (°C)	pH	Total CO2
28.04.2017	1	0	7,3	8,095	2,08
28.04.2017	1	10	7,9	7,949	2,09
28.04.2017	1	Bunn	7,0	8,058	2,01
28.04.2017	2	0	7,1	8,097	2,09
28.04.2017	2	10	8,2	8,075	2,12
28.04.2017	2	Bunn	8,1	8,000	2,12
28.04.2017	6	0	5,6	8,109	2,02
28.04.2017	6	10	5,6	8,059	2,03
28.04.2017	6	Bunn	7,0	7,974	2,12
14.08.2017	1	0	12,5	8,101	1,88
14.08.2017	1	10	13,0	8,096	1,90
14.08.2017	1	Bunn	8,0	7,721	2,23
14.08.2017	2	0	13,9	8,036	1,89
14.08.2017	2	10	13,9	8,094	1,92
14.08.2017	2	Bunn	11,9	8,101	1,99
14.08.2017	6	0	13,0	8,091	1,89
14.08.2017	6	10	13,5	8,112	1,92
14.08.2017	6	Bunn	9,2	7,959	2,08

4.3. Fysisk oseanografi og *in vivo* fluorescens (FL, Chl *a*) i Finnfjord Indre

Temperatur og salinitet (CTD) profiler er typisk i april og i august for årstider. I april begynner overflate å varmere og svak (tetthet) stratifisering vises (Figur 3). Svak termoklin (temperaturgradient) og haloklin (salinitetsgradient) ved 0–10 meters dyp ble observert på alle stasjoner bortsett stasjoner 3 og 7 som hadde homogen vannsøyle (Figur 3). I april står temperatur ca. mellom 4–5 °C og temperatur variasjon i målet vannsøyler er ± 1 °C. Salinitet var mellom 33–34 psu på alle stasjoner (Figur 3).

Målet CTD-profiler vises at vannsøyle var (tetthet) stratifisert som er typisk tidlig på høsten når hav-vann er oppvarmet i overflaten etter sommeren og hvor avrenning har pågått en stund. Termoklin og haloklin oppstått ved 7-25 meters dyp avhengig av stasjon. På stasjon 7 bare haloklin var observert mens temperaturprofile var homogen, 14 °C (Figur 4). Temperaturmålingene viste en temperatur på 13–14 °C i overflaten som avtok til 6–8 °C på stasjoner 1, 5, 6 og til 12–13 °C på stasjoner 2, 3, 4, 7 (Figur 4). Saltigholdighet var lavest i overflaten ca. 29–31 psu på alle stasjoner bortsett stasjon 7 og avtok under haloklin til 32 psu på stasjoner 2, 3, 4 og til 34 på stasjoner 1, 5, 6. Stasjon 7 hadde litt lavere saltigholdiget enn andre stasjoner, 29 psu i overfalten og 31 psu under haloklin (Figure 4).

På stasjoner 1, 5, 6, de høyeste klorofyll *a* verdier (1,5–2 µg/l) ble observert på samme dybde som termoklin og haloklin og etter det nedsatt chlorophyll *a* verdier jevnt mot bunnen. Klorofyll *a* konsentrasjon økt kraft ved termoklin og haloklin på stasjoner 2–4, 7 men fortsatt å øke mot bunnen der de høyeste verdier oppstått 1,5–2 µg/l (Figur 4). Stratifisering av vannsøyle hindrer blanding av vannsøyle og dermed innføring av næringsalter dypt inn i overflaten. Dette fører at primære produsenter og dermed maksimumverdier av klorofyll *a* synker i dypere lag under termo- og haloklin hvor det finnes mer næringsalter.



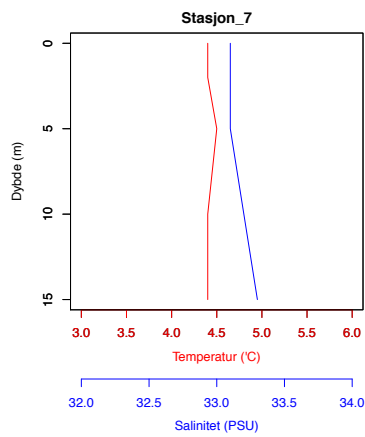
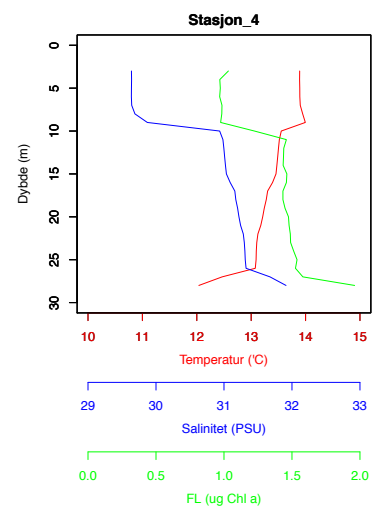
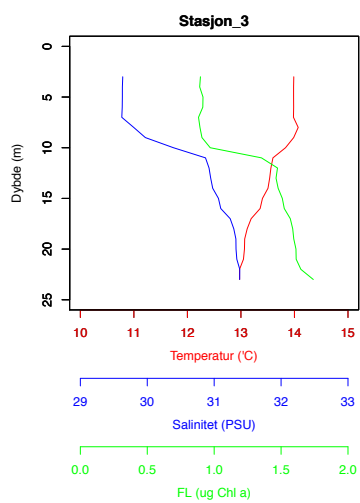
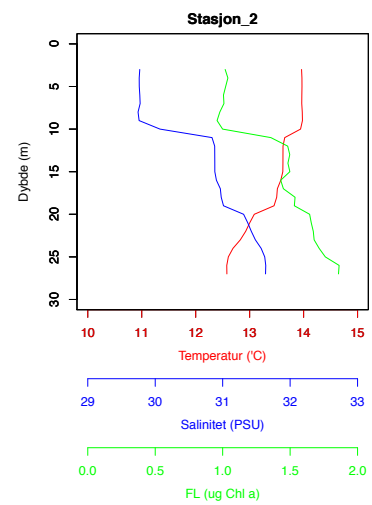
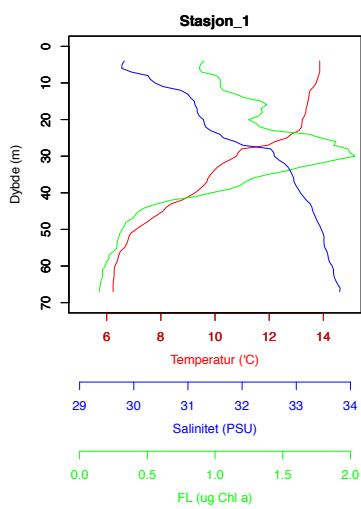


Figure 3: CTD-profiler fra stasjon 1–7 (Figure 1) gjennomført 28.04.2017. y-aksen viser dypet ved hver stasjon, og x-aksen viser de målte parameteren temperatur og salinitet.



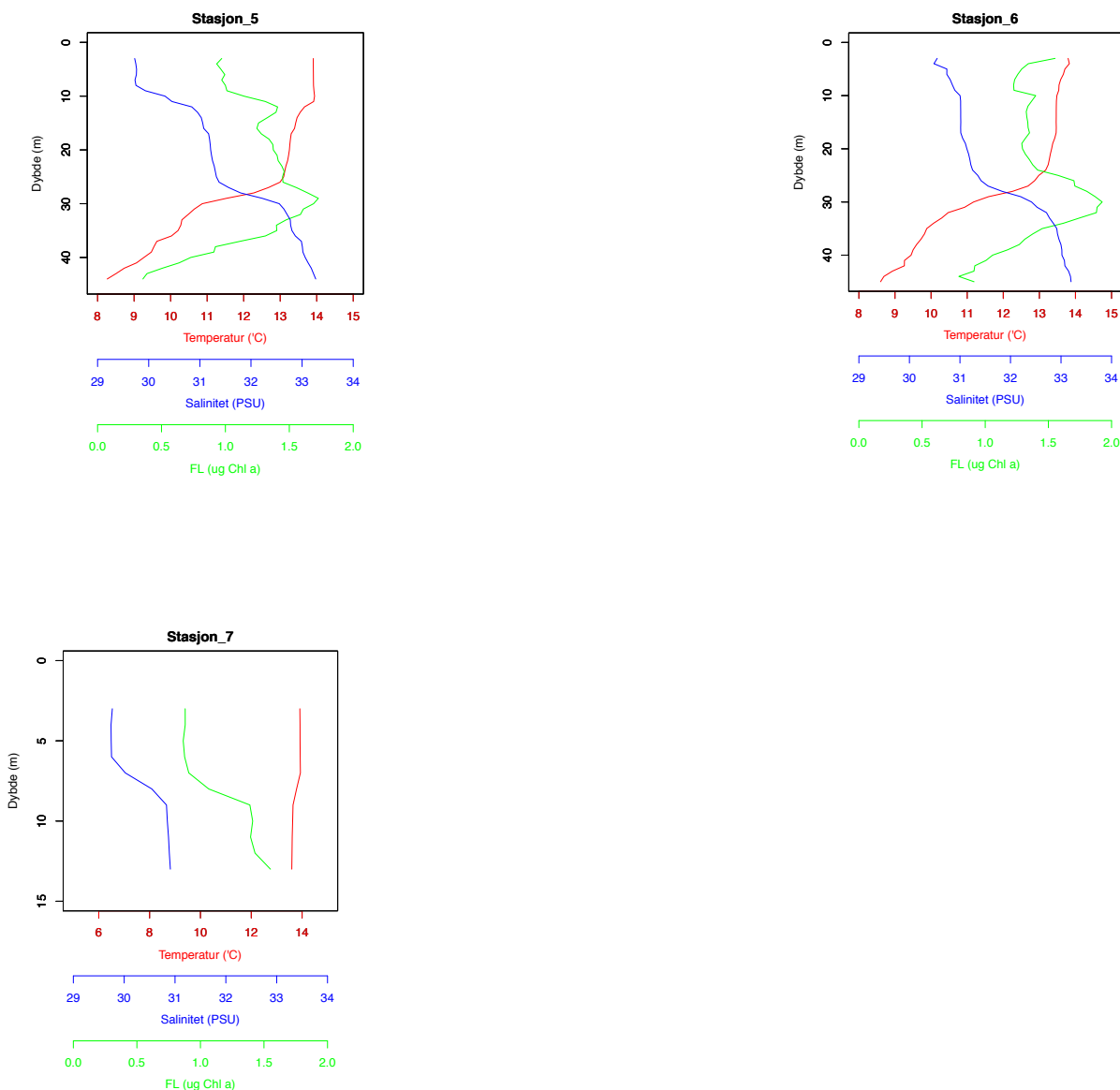


Figure 4: CTD-profiler fra stasjon 1–7 (Figure 1), gjennomført 14.08.2017. y-aksen viser dypet ved hver stasjon, og x-aksen viser de målte parameteren temperatur, salinitet og *in vivo* fluorescens.

5. Tidligere malinger

Denne miljøundersøkelsen er sammenlignbare med de to siste undersøkelsene som er fullført i 2015 og 2016. Det ble analysert få PAH-forbindelser som hadde moderat forhøyet konsentrasjoner ("Moderat"/"Dårlig"). Tre av fire prøvetakingstasjoner (stasjon 6, 9, 10) som

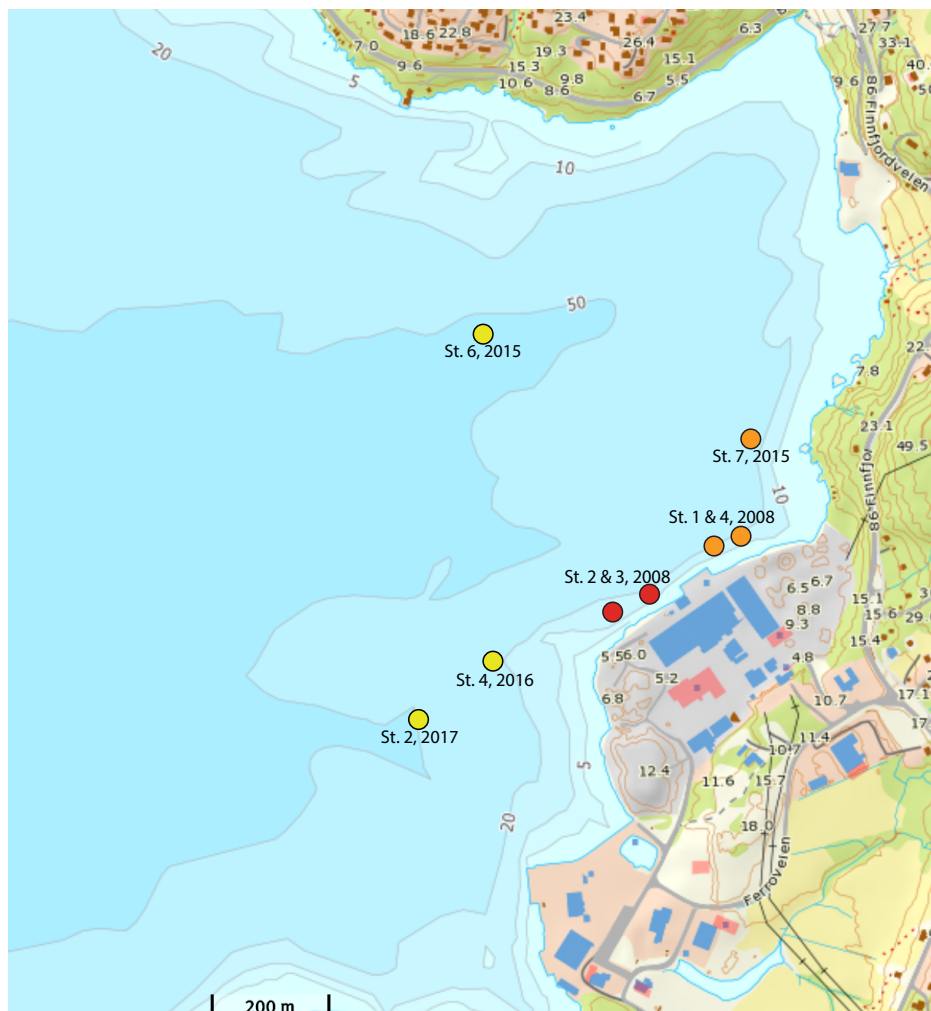
ble brukt i denne undersøkelsen er samme som brukt i 2015. Dessverre stasjon 7 (2015), som var forurenset og hadde veldig forhøyet PAH₁₆ innhold, ble ikke inkludert i denne undersøkelsen. Sammenligner denne undersøkelsen til den som ble fullført i 2015, påviser det ikke store forskjellige i PAH₁₆ verdiene: den totale konsentrasjon av PAH₁₆ har gikk ned på stasjon 6 men på stasjon 9 har det øket, på grunn av forhøyet konsentrasjon av naftalen (Tabell 5).

Fortsatt virker det at høyere PAH₁₆ konsentrasjoner er spredt i en retning med kaia og ikke i motsatt retning, Figur 5 viser kontaminert prøvetakingstasjoner. For eksempel i denne undersøkelsen er stasjoner 2 og 6 ca. like langt fra kaia men stasjon 2 som ligger venstre side av kaia har høyere PAH₁₆ verdier enn stasjon 6 som ligger foran av kaia. I tillegg var prøvetakingspunkter plassert foran av kaiområdet i 2016 men PAH₁₂ konsentrasjon var relativt lav (Figur 2, Tabell 5). Ser ut at vann ikke gjennomføre miljøgifter utover fra kaia. Av de enkelte PAH forbindelser har spesielt pyren og bentzo[a]antracen vært forhøyet ("Moderat") gjentatte ganger på flere stasjoner i forskjellige undersøkelser.

Tungmetall målinger viser at konsentrasjon er veldig jevnt mellom stasjoner or tidligere undersøkelser. Verdiene har holdt seg lave gjennom ulike undersøkelser, med tilstandsklass "Bakgrunn". Denne undersøkelsen viser enda lavere konsentrasjon sammenlignet målinger i 2015 (Svenning 2016).

Tabell 5: Resultater av PAH-målinger fra tre tidligere undersøkelser (2008, 2015, 2016) samt denne målingen, i Finnfjord Indre. Totalt mengde av PAH16 ble brukt som referanseverdier i 2008, 2015 og 2017, PAH 12 ble brukt i 2016. Skraverte stasjoner befinner seg like utenfor eller nærheter av kaien. Det ble brukt tre samme stasjoner i 2015 og 2017 (st. 6, 9, 10) ellers samme stasjon nummer består ikke av samme prøvetakingspunkter. Målingene er gitt i $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvektbasert.

2008	PAH ₁₆ ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	
		20000	35000	30000	8000	
2015	PAH ₁₆ ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Stasjon 6	Stasjon 7	Stasjon 9	Stasjon 10	
		900	13000	180	280	
2016	PAH ₁₂ ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5
		420	876	793	1642	567
2017	PAH ₁₆ ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Stasjon 2	Stasjon 6	Stasjon 9	Stasjon 10	
		1200	653	460	252	



Figur 5: Sediment stasjoner som har funnet å være PAH forurensset. Ulike farger indikerer miljøtilstandsklasser: gul ”Moderat”, oransje ”Dårlig”, rød ”Svært dårlig”.

6. Konklusjoner og vurdering av videre overvåking

Det ble observert svak (”Moderat”) forurensning av noen PAH forbindelser ved tre stasjoner og to PAH-forbindelse fikk tilstandsklass ”Dårlig”. PAH₁₆ inneholde på samme stasjoner som ble analysert i 2015 (Svenning 2016) hadde forblitt nesten det samme.

Prøvetakingspunkter som har tatt med fire siste undersøkelser dekker utslippsområdet av Finnfjord AS bra så at det er ikke behov å bruke nye sediment-stasjoner i neste undersøkelse men å velge fast stasjoner som dekker utslippsområdet og referanse området for å følge endring av tungmetall og PAH-inneholde over tid. Sediment prøvetaking fortsetter ca. to ganger i året. På grunn av øking av alge prosjektet blir tyngdepunkt også på hydrografiske og pH målinger som skal analysert minst hver års sesong. Neste prøvetaking blir i februar 2018 og det bli inkludert ROV-undervann drone, formålet med å beskrive sjøbunn utenfor kaiområdet og undersøke stasjoner som har målet høye PAH-inneholde fra. Ujevnt fordelt PAH-innholdet kan henvise til mulige undervannsforurensere.

De hydrografiske målingene viste ”normale” sjøverdier for temperatur, klorofyll *a*, saltholdighet og CO₂-nivå for årstiden. Sammenligning av tidligere undersøkelsene er ikke ukomplisert/enkelt på grunn av stor variasjon mellom årene og årstidene men det virker at kjølevann og ferskvann som pumps ut utenfor kaien har ikke påvirkning til hydrografiske profiler i vannsøyle.

7. Referanser:

Aalto, N. 2017. Oppfølging av miljøundersøkelsen i vannforekomsten Finnfjord Indre.

Eilertsen, H.C. & Skardhamar, J. 2006. Temperatures of the Norwegian fjords and coastal waters: variability, significance of local processes and air-sea heat exchange. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67:530–538.

Hofmann, G.E., Smith, J.E., Johnson, K.S., Send, U., Levin, L.S., Micheli, F., Paytan, A., Price, N.N., Peterson, B., Takeshita, Y., Matson, P.G., Crook, E.D., Kroeker, K.J., Gambi, M.C., Rivest, E.B., Frieder, C.A., Yu, P.C., Martz, T.R. 2011: High-frequency dynamics of ocean pH: a multi ecosystem comparison. *PLoS ONE*, 6.

Riley, J.P. & Skirrow, G. 1975. "The Dissolved Gasses – Carbon Dioxide". In: *Chemical Oceanography*, pp. 647. Academic Press inc. (London) ltd.

Strickland, J.D.H & Parsons, T.R. 1972. "Determination of carbonate, bicarbonate, and free carbon dioxide: from pH and alkalinity measurements". In: *A practical handbook of seawater analysis*, pp. 310. Ottawa: Fisheries Research Board of Canada.

Svenning, J.B. 2015. Miljøundersøkelse i vannforekomsten Finnfjord Indre i Lenvik Kommune, Troms fylke.

8. Vedlegg

8.1. Analyseraportter fra Eurofins Environment Testing Norway AS

Stasjon 2

eurofins		AR-17-MX-002193-01 EUNOBE-00023322		
Prøvenr.:	441-2017-0530-002	Prøvetakingsdato:	30.05.2017	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerking:	Finnsnes ST2	Analysestartdato:	30.05.2017	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) Arsen (As)	2.4	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 17294-2
a) Bly (Pb)	4.8	mg/kg TS	0.5 40%	NS EN ISO 17294-2
a) Kadmium (Cd)	0.033	mg/kg TS	0.01 40%	NS EN ISO 17294-2
a) Kvikksølv (Hg)	0.007	mg/kg TS	0.001 20%	028311mod/EN ISO17852mod
a) Tørrestoff	78.9	%	0.1 5%	EN 12880
a) Kobber (Cu)	6.6	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 17294-2
a) Krom (Cr)	20	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 17294-2
a) Nikkel (Ni)	8.9	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	27	mg/kg TS	2 30%	NS EN ISO 17294-2
PAH 16				
Naftalen	31.4	µg/kg TS	0.1	Intern metode
Acenaftylen	2.30	µg/kg TS	0.1	Intern metode
Acenaften	23.4	µg/kg TS	0.1	Intern metode
Fluoren	22.9	µg/kg TS	0.1	Intern metode
Fenantren	156	µg/kg TS	0.1	Intern metode
Antracen	38.9	µg/kg TS	0.1	Intern metode
Fluoranthen	210	µg/kg TS	0.1	Intern metode
Pyren	156	µg/kg TS	0.1	Intern metode
Benzo[a]antracen	91.1	µg/kg TS	0.1	Intern metode
Krysen	84.1	µg/kg TS	0.1	Intern metode
Benzo[b]fluoranten	99.0	µg/kg TS	0.1	Intern metode
Benzo[k]fluoranten	36.2	µg/kg TS	0.1	Intern metode
Benzo[a]pyren	92.0	µg/kg TS	0.1	Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	51.9	µg/kg TS	0.1	Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	15.4	µg/kg TS	0.1	Intern metode
Benzo[ghi]perylen	93.5	µg/kg TS	0.1	Intern metode
Sum PAH(16) EPA	1200	µg/kg TS	0.2 30%	Intern metode

Tegnforklaring.
* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.
Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 2 av 6 AR-001 v 134

Stasjon 6



AR-17-MX-002193-01



EUNOBE-00023322

Prøvenr.:	441-2017-0530-003	Prøvetakingsdato:	30.05.2017		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Finnsnes ST5	Analysestartdato:	30.05.2017		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	3.4	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Bly (Pb)	6.4	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
a) Kadmium (Cd)	0.043	mg/kg TS	0.01	40%	NS EN ISO 17294-2
a) Kvikksølv (Hg)	0.006	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
a) Tørrestoff	69.9	%	0.1	5%	EN 12880
a) Kobber (Cu)	6.6	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Krom (Cr)	20	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Nikkel (Ni)	9.5	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	32	mg/kg TS	2	30%	NS EN ISO 17294-2
PAH 16					
Naftalen	15.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenafylen	1.64	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Ace-naften	12.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	12.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	85.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	20.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	112	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	85.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	43.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	41.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	48.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	19.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	43.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	27.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	10.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylen	73.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	653	µg/kg TS	0.2	30%	Intern metode

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 3 av 6

AR-001 v 134

Stasjon 9



Eurofins Environment Testing Norway AS (Bergen)
F. reg. 965 141 618 MVA
Sandviksveien 110
5035 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42
Fax:

Norges Arktiske Universitet, Tromsø
Muninbakken 21
9019 TROMSØ
Attn: Hans Chr. Eilertsen

AR-17-MX-002193-01



EUNOBE-00023322

Prøvemottak: 30.05.2017
Temperatur:
Analyseperiode: 30.05.2017-14.06.2017
Referanse:

ANALYSERAPPORT

Provenr.:	441-2017-0530-001	Prevetakingsdato:	30.05.2017
Prøvetype:	Sedimenter	Prevetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	Finnsnes ST1	Analysedato:	30.05.2017
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Arsen (As)	2.9	mg/kg TS	0.5 30% NS EN ISO 17294-2
a) Bly (Pb)	6.2	mg/kg TS	0.5 40% NS EN ISO 17294-2
a) Kadmium (Cd)	0.034	mg/kg TS	0.01 40% NS EN ISO 17294-2
a) Kvikkselv (Hg)	0.006	mg/kg TS	0.001 20% 028311mod/EN ISO17852mod
a) Tørrestoff	73.0	%	0.1 5% EN 12880
a) Kobber (Cu)	5.7	mg/kg TS	0.5 30% NS EN ISO 17294-2
a) Krom (Cr)	18	mg/kg TS	0.5 30% NS EN ISO 17294-2
a) Nikkel (Ni)	8.3	mg/kg TS	0.5 30% NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	28	mg/kg TS	2 30% NS EN ISO 17294-2
PAH 16			
Naftalen	275	µg/kg TS	0.1 Intern metode
Acenaflyten	1.08	µg/kg TS	0.1 Intern metode
Acenaften	2.61	µg/kg TS	0.1 Intern metode
Fluoren	3.04	µg/kg TS	0.1 Intern metode
Fenantren	17.1	µg/kg TS	0.1 Intern metode
Antracen	4.06	µg/kg TS	0.1 Intern metode
Fluorantlen	30.6	µg/kg TS	0.1 Intern metode
Pyren	24.6	µg/kg TS	0.1 Intern metode
Benzo[a]antracen	13.1	µg/kg TS	0.1 Intern metode
Krysen	13.5	µg/kg TS	0.1 Intern metode
Benzo[b]fluoranten	18.8	µg/kg TS	0.1 Intern metode
Benzo[k]fluoranten	6.36	µg/kg TS	0.1 Intern metode
Benzo[a]pyren	13.3	µg/kg TS	0.1 Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	9.25	µg/kg TS	0.1 Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	3.35	µg/kg TS	0.1 Intern metode
Benzo[ghi]perylene	23.8	µg/kg TS	0.1 Intern metode
Sum PAH(16) EPA	460	µg/kg TS	0.2 30% Intern metode

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, umrørt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 6

AR-001 v 134

Stasjon 10



AR-17-MX-002193-01



EUNOBE-00023322

Prøvenr.:	441-2017-0530-004	Prøvetakingsdato:	30.05.2017		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Finnsnes ST6	Analysestartdato:	30.05.2017		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	3.5 mg/kg	TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Bly (Pb)	5.5 mg/kg	TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
a) Kadmium (Cd)	0.042 mg/kg	TS	0.01	40%	NS EN ISO 17294-2
a) Kvikksølv (Hg)	0.006 mg/kg	TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
a) Tørstoff	69.4	%	0.1	5%	EN 12880
a) Kobber (Cu)	5.5 mg/kg	TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Krom (Cr)	17 mg/kg	TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Nikkel (Ni)	8.1 mg/kg	TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	26 mg/kg	TS	2	30%	NS EN ISO 17294-2
PAH 16					
Naftalen	4.24	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaflyten	1.22	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenafthen	3.12	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	3.57	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	25.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	5.10	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	43.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	33.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	15.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	16.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	23.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	8.09	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	17.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	15.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	3.95	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	31.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	252	µg/kg TS	0.2	70%	Intern metode

Teserklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Målesikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Opplysninger om målesikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 4 av 6

AR-001 v. 134