

ERAMET NORWAY KVINESDAL

# MILJØOVERVÅKING I FEDAFJORDEN 2022



**COWI**

ERAMET NORWAY KVINESDAL

# MILJØOVERVÅKING I FEDAFJORDEN 2022

OPPDRAGSNR.

DOKUMENTNR.

A237268

VERSJON

UTGIVELSESDATO

BESKRIVELSE

UTARBEIDET

KONTROLLERT

GODKJENT

001

23.02.23

Miljøovervåking i Fedafjorden  
2022

Ida Martine  
Jensen, Ragnhild  
Austbø Kjøsøy,  
Eivind Støren

Arve Misund

Ida Martine  
Jensen

# INNHOOLD

1	Innledning	5
2	Eramet Norway Kvinesdal AS	6
2.1	Utslippskomponenter til vann	6
3	Lokalitetsbeskrivelse	11
4	Overvåkingsprogram 2022	12
5	Feltarbeid og metode	14
5.1	Feltarbeid	14
5.2	Bløtbunnsfauna	14
5.3	Støtteparametere	18
5.4	Biota	19
5.5	Bunnsedimenter	20
5.6	Analyser	23
6	Resultater og diskusjon	24
6.1	Bløtbunnsfauna	24
6.2	Fysisk-kjemiske støtteparametere	25
6.3	Biota (blåskjell)	28
6.4	EUs prioriterte miljøgifter	28
6.5	Vannregionspesifikke stoffer	28
6.6	Metaller	29
6.7	Kondisjonsindeks (CI) og overlevelse	29
6.8	Sammenligning med tidligere resultater	30
6.9	Bunnsedimenter	32
6.10	Miljøgifter i prosessvann	34

7	Oppsummering og vurderinger av videre overvåking	38
7.1	Vurdering av videre overvåking	38
8	Referanser	40

# 1 Innledning

Eramet Norway Kvinesdal AS (ENK) har engasjert COWI AS til å gjennomføre overvåking i Fedafjorden 2022. Undersøkelsen er basert på overvåkingsprogrammet som ble utformet i 2015, sist revidert i 2021 (COWI, 2021) og erfaringer fra tiltaksovervåking i 2015, 2016, 2019 og 2020 (COWI, 2016; COWI, 2017; COWI, 2019; COWI, 2021).

Overvåkingsprogrammet gjennomføres etter pålegg fra Miljødirektoratet. Hensikten med overvåkingen er å identifisere hvorvidt bedriftens utslipp påvirker vannforekomstens økologiske og kjemiske tilstand. Alle vannforekomster har fått konkrete og målbare miljømål. Miljømålet for naturlige vannforekomster av overflatevann er at tilstanden ikke skal forringes og at de skal ha minst god økologisk og kjemisk tilstand. Vannforskriften har som mål å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette tiltak for at miljømål skal oppnås.

Fundamentalt i vannforskriften er karakterisering og klassifisering av vannforekomsten:

- > **Karakterisering** deler vannforekomsten inn i vanntyper, identifiserer belastninger og miljøpåvirkningen belastningen påfører.
- > **Klassifisering** ved hjelp av systematisk overvåking definerer den faktiske tilstanden i vannforekomsten.

Økologisk tilstand for overflatevann viser dagens miljøtilstand i vannforekomsten, både når det gjelder artssammenheng, struktur og virkemåte for økosystemet.

Kjemisk tilstand for overflatevann blir bestemt på bakgrunn av konsentrasjoner av prioriterte stoff målt i vann, sediment eller biota. I vannforskriften er det 45 stoff og stoffgrupper som er definert som prioriterte stoff ved at de utgjør en vesentlig risiko for eller via vannmiljøet, og det er utviklet grenseverdier eller miljøkvalitetsstandarder (EQS) som er grense mellom god eller dårlig kjemisk tilstand. Verdier lavere enn EQS utgjør "god kjemisk tilstand", og verdier høyere enn EQS utgjør "ikke god kjemisk tilstand".

I henhold til overvåkingsprogrammet skal overvåkingen av Fedafjorden i 2022 inkludere:

- > Miljøgifter i biota
- > Miljøgifter i sediment
- > Bløtbunnsfauna
- > Støtteparametere

## 2 Eramet Norway Kvinesdal AS

Eramet-konsernet er verdens nest største produsent av manganmalm og manganlegeringer, og verdens ledende produsent av raffinerte manganlegeringer. Eramet Norway har prosessanlegg i Sauda, Kvinesdal og Porsgrunn. Eramet Norway Kvinesdal (ENK) har ca. 200 ansatte og tre 30 MW-ovner med produksjon av silikomangan. Normalt er samlet effektforbruk på rundt 80-90 MW.

Smelteverket startet sin virksomhet i 1974. I 2008 ble smelteverket overtatt av den internasjonale bedriften Eramet som produserer mangan- og nikkellegeringer. ENK produserer silisium- og jernholdige manganlegeringer til bruk i stålindustrien. I gjennomsnitt de siste 4 årene har produksjonen av silikomanganlegering vært på ca. 159.000 tonn pr år.

### 2.1 Utslippskomponenter til vann

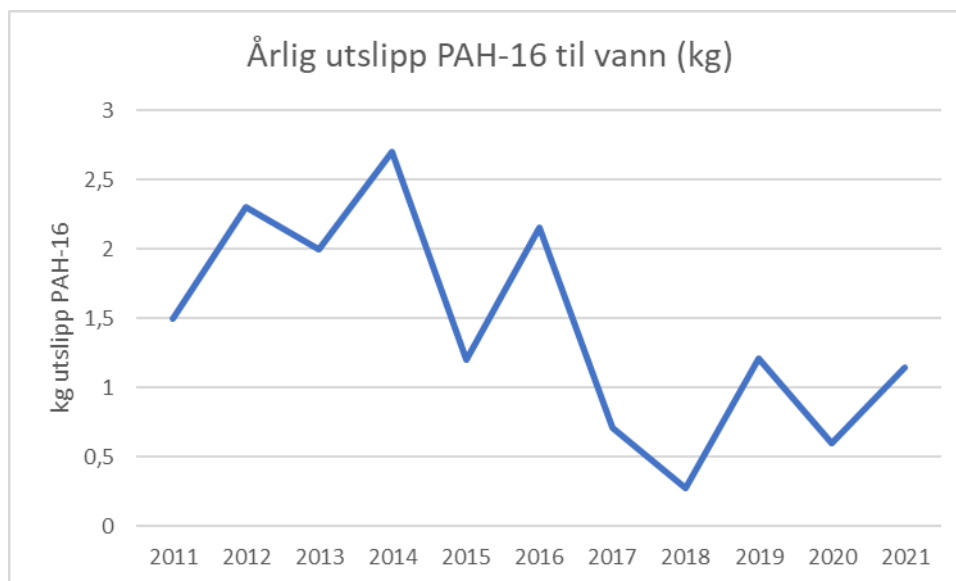
Utslipp til vann fra ENK er regulert i tillatelse fra Miljødirektoratet, sist endret 14.12.2022 (Miljødirektoratet, 2022). Tillatelsen regulerer utslipp av metaller, cyanid, PAH, suspendert stoff og olje. Forurenset prosessvann fra virksomheten føres til utslipp via et renseanlegg. Utslipet føres ut til Fedafjorden via en avløpsledning på 15 m dyp og i en avstand på 35 m fra land.

Tabell 1 Begrensninger for utslipp til vann fra vannrenseanlegget ved ENK gitt i utslippstillatelsen (Miljødirektoratet, 2022).

Kilde	Komponent	Utslippsgrenser		Gjelder fra	
		Korttidsgrense <sup>3)</sup>	Langtidsgrense		
			Midlingstid (Fast)	kg/år	
Vannrenseanlegg	Arsen	0,1 mg/liter <sup>2)</sup>	døgn	20	1.5.2017
				7,0	1.1.2020
	Bly	0,2 mg/liter <sup>2)</sup>	døgn	2,0	1.5.2017
	Kadmium	0,05 mg/liter <sup>2)</sup>	døgn	0,2	1.5.2017
	Krom total	0,2 mg/liter <sup>2)</sup>	døgn	4,0	1.5.2017
	Kobber	-		65 <sup>4)</sup>	1.5.2017
	Kobber	0,5 mg/liter <sup>2)</sup>	døgn	65 <sup>4)</sup>	1.1.2022
	Kvikksølv	0,05 mg/liter <sup>2)</sup>	døgn	0,1	1.5.2017
	Nikkel	2 mg/liter <sup>2)</sup>	døgn	35	1.5.2017
	Sink	1 mg/liter <sup>2)</sup>	døgn	15	1.5.2017
	Mangan	-		50	1.5.2017
	Cyanid total	Fastsettes senere		Fastsettes senere	
	PAH <small>US EPA PAH 16</small> <sup>1)</sup>	-		3,0	1.5.2017
	Suspendert stoff	25 kg/uke		700	1.5.2017
Oljeutskiller	olje	20 mg/l		-	1.5.2017

- 1) PAH-gruppen omfatter PAH-forbindelsene gitt i NS-ISO 28540:2011.
- 2) Konsentrasjonsgrensene (som er satt som BAT-AEL) gjelder ikke ved opp- og nedkjøring, lekkasjer, funksjonsfeil på anlegget, plutselig driftsstans eller ved nedleggelse av virksomheten, forutsatt at pliktene til å redusere forurensning så langt som mulig (pkt. 2.3), forebyggende vedlikehold (pkt. 2.4) og tiltakspunkt (pkt. 2.5) er overholdt.
- 3) Utslippsbegrensningene gjelder for ufortynnet avløpsvann.
- 4) Utslippsgrensen er 75 kg/år dersom det er stans i varmekraftverket i mer enn fire uker i løpet av et år.

Figur 1 viser årlig utslipp av PAH<sub>16</sub> til vann. Rapportert PAH-utslipp de siste ti årene har ikke oversteget nåværende (2021) langtidsgrense på 3,0 kg pr. år, men utslippsmengdene har variert en del fra år til år. Utslipp av PAH<sub>16</sub> til vann i 2021 var 1,15 kg og 0,6 kg i 2020.



Figur 1 Årlig utslipp av PAH<sub>16</sub> til vann fra Eramet Norway Kvinesdal AS de siste 10 år. Tallene er hentet fra en tidligere rapport (COWI, 2016) og norskeutslipp.no.

For diffuse utslipp (overvann) gjelder utslippsbegrensninger gitt i Tabell 2. Fra 01.01.2020 er utslippsgrensene halvert for suspendert stoff og arsen, grensen for krom har økt, det er satt grenseverdier for nikkel, kobber, sink og mangan, og grenseverdien for PAH er redusert til en tiendedel.

Diffuse utslipp fra produksjonsprosesser og utearealer, for eksempel avrenning fra lagerområder og områder for lossing/lasting, som kan medføre skader eller ulemper for miljøet, skal begrenses mest mulig. Avrenning av overvann fra bedriftens utearealer skal håndteres slik at det ikke medfører skade eller ulempe for miljøet.

Tabell 2 Grenseverdier for utslipp av komponenter fra overvann med krav om målinger.

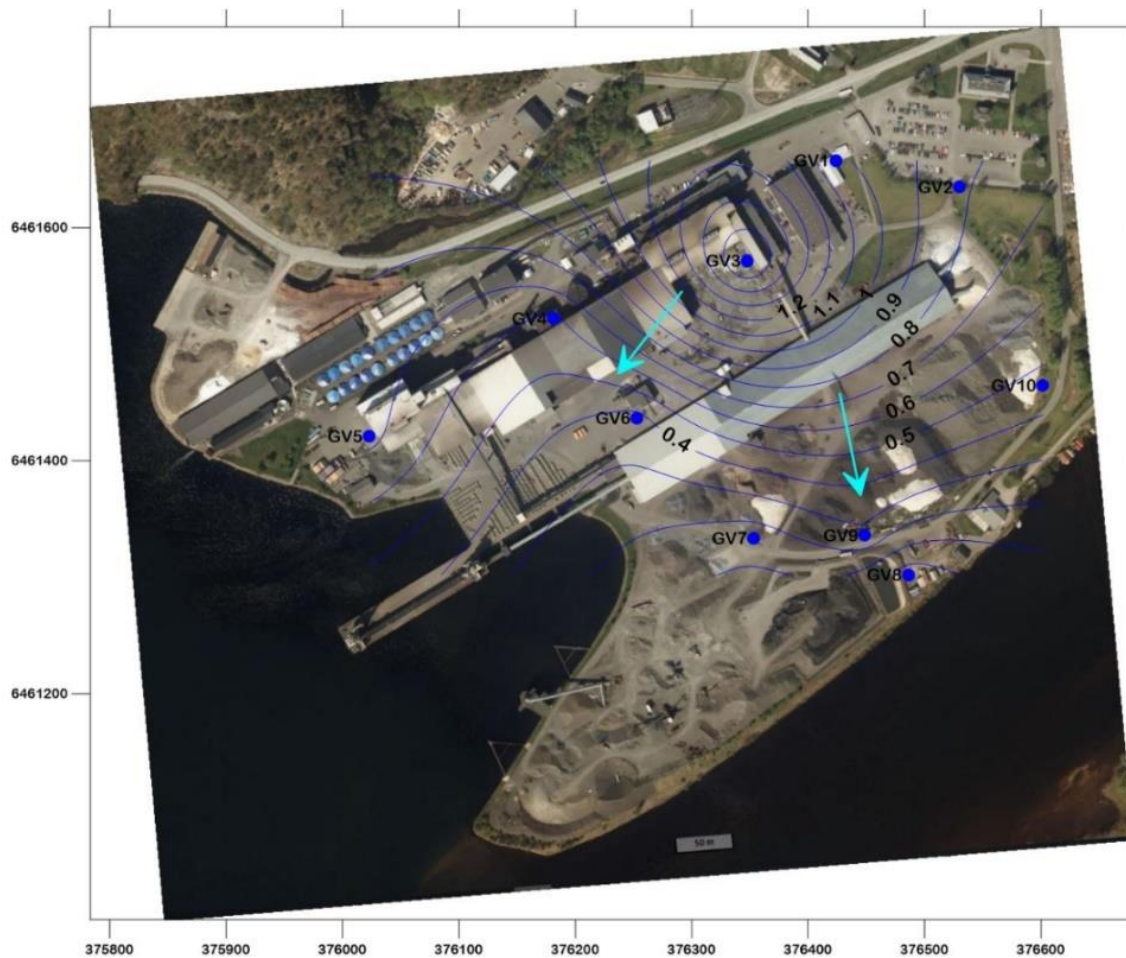
Kilde	Komponent	Utslippsgrenser gjeldende til 1.1.2020 (kg/år)	Utslippsgrenser gjeldende fra 1.1.2020 (kg/år)
Overvann	Suspendert stoff	70 000	35 000
	Arsen	10	5,0
	Bly	1,0	1,0
	Kadmium	1,0	1,0
	Krom	2,0	3,0
	Kvikksølv	0,05	0,05
	Nikkel	-	5,0
	Kobber	-	5,0
	Sink	-	50
	Mangan	-	2 500
PAH <small>US EPA PAH 16</small> <sup>1)</sup>	20	2,0	

1) PAH-gruppen omfatter PAH-forbindelsene gitt i NS-ISO 28540:2011.

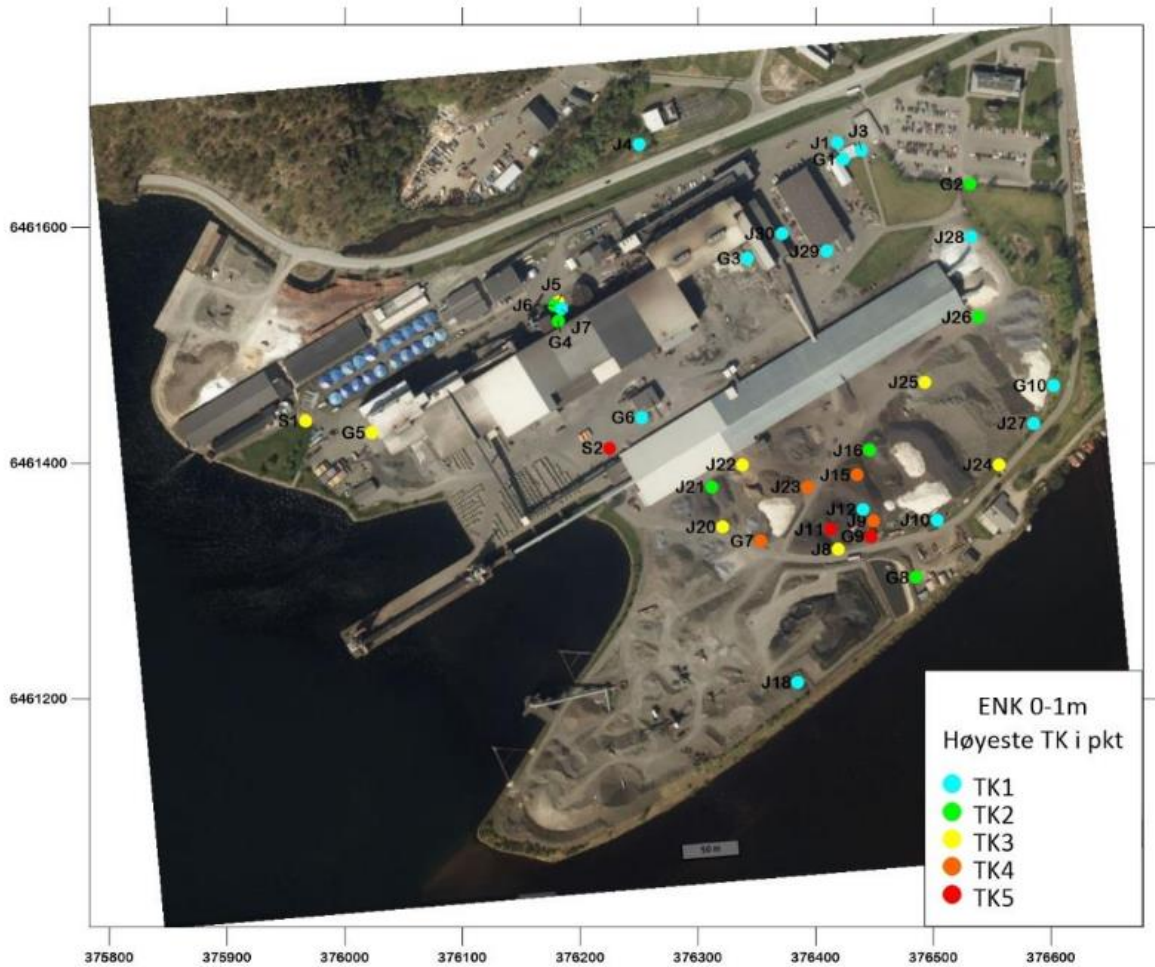
Eventuelt oljeholdig avløpsvann fra verksteder eller lignende skal renses tilfredsstillende i oljeavskiller eller tilsvarende renseenhet slik at utslippsgrenser fastsatt i Tabell 2 overholdes.

Eramet utarbeidet i 2020 en tilstandsrapport for fase 2 etter veileder TA-2553/2009, se Figur 2 og Figur 3 (COWI, 2020). Det ble gjennomført prøvetaking av jord, grunnvann og sandfangskummer på anleggsområdet. Utarbeidelse av tiltaksplan for opprydding i forurenset grunn og grunnvann skal gjennomføres 1. mai våren 2023. Oppsummering av resultater fra tilstandsrapport:

- > Ut fra gjeldende arealbruk og de analyserte prøvene må øverste meter ved punkt G9 og J11 fjernes og leveres til godkjent mottak. Gjennomført risikovurdering viser at overflatejord i tilstandsklasse 4 (G7, J9, J15 og J23) kan ligge. I område ved det gamle røykslamlageret og arealer sør for oven 3 (>1 m dybde) er det påvist jord i TK 4 og 5. Her er det gjort en vurdering av spredning og helse, og kommet frem til at risikoen ved å la jordmassene ligge er akseptabel, selv med parametere klassifisert i tilstandsklasse 5.
- > I grunnvannet er det påvist arsen, klorid og sulfat over terskelverdi i G4, G5 og G7-G9. Overskridelse av terskelverdi defineres som dårlig kjemisk tilstand i grunnvann. Siden det ikke er bruk av grunnvann på industriområdet er det mest relevant å sammenligne resultatene med beregnede konsentrasjoner i resipient. Beregningene viser at forventede konsentrasjoner i resipient er under AA-EQS verdier for de aktuelle stoffene (arsen, bly, kadmium, sink og benzo(a)pyren).



Figur 2 Avrenningsarealer for ENK-tomta. Grunnvannsnivå (moh.) og retning for grunnvannsstrømning basert på data fra 9. juli 2020 er vist ved turkise piler. Kummer GVI-GV10 er tegnet inn med navn og plassering angitt med blå sirkler (COWI, 2020).



Figur 3 Kart som viser høyest påvist tilstandsklasse i jordprøver tatt på 0-1 m dyp (COWI, 2020).

Den indre delen av fjorden er også påvirket av forurensning fra det nedlagte tresliperiet *Borregaard Trælandsfos*, med utslipp av kvikksølv og kobberpreparater, landbasert oppdrettsanlegg med utslipp av næringsrikt avløpsvann og elva Kvina med bl.a. avløpsvann og avrenning fra gruvedrift.

### 3 Lokalitetsbeskrivelse

Eramet Norway Kvinesdal ligger ved elveutløpet innerst i Fedafjorden (Figur 4). Fedafjorden ligger i Kvinesdal kommune i Agder, og er en sterkt ferskvannspåvirket fjord med et totalt areal på 10,8 km<sup>2</sup> (Vann-nett, 2023). Fjorden er ca. 12 km lang, og strekker seg i sørvest-nordøstlig retning.



Figur 4 Lokalisering av ENK innerst i Fedafjorden markert med svart sirkel. Kart er hentet og modifisert fra norgebilder.no.

I havnebassenget i Indrevika er fjorden 20-50 m dyp. Ved munningen av den innerste vika er fjorden ca. 1,1 km bred og strekker seg ned til ca. 87 m dyp før terskelen på 32 m ved Angholmen. Utenfor Angholmen blir fjorden gradvis dypere mot et vanddyp på ca. 375 m ved munningen. Den regulerte elva Kvina renner ut innerst i fjorden og presser ferskt overflatevann utover i fjorden. Vannutskiftningen i fjorden anses som god, selv om terskelen ved Angholmen i prinsippet hindrer denne noe. Etter regulering av Kvina ligger nordlig del av Indrevika trolig i en bakevje med lavere strømhastighet, noe som sannsynligvis medfører akkumulering av finstoff i dette området.

Fedafjorden er delt inn i to vannforekomster; *Fedafjord-indre* (0201020301-C) som utgjør ca. 0,8 km<sup>2</sup> og *Fedafjord-ytre* (0201020302-C) som utgjør ca. 10 km<sup>2</sup>. Ingen av vannforekomstene har oppnådd miljømålet om god tilstand innen 2021 (Vann-nett, 2023). En oversikt over økologisk og kjemisk tilstand i de to vannforekomstene er gitt i tabell 3. Nåværende undersøkelsen er ikke tatt med i tilstandsvurderingen.

Tabell 3 Økologisk og kjemisk tilstand i Fedafjord. Data hentet fra vann-nett.no 2023.

Vannforekomst	VF-ID	Økologisk tilstand	Kjemisk tilstand
Fedafjord-indre	0201020301-C	Moderat	Dårlig
Fedafjord-ytre	0201020302-C	Moderat	Dårlig

## 4 Overvåkingsprogram 2022

Parametere som inngikk i overvåkingen i 2022 er presentert i Tabell 4 og Tabell 5.

Prøvetaking og vurdering av resultater utføres i tråd med krav i Vannforskriften og analyser utføres akkreditert. Alle data fra overvåking i Fedafjorden er lagt inn i Miljødirektoratets Vannmiljødatabase ([www.vannmiljo.no](http://www.vannmiljo.no)).

Tabell 4 Samlet overvåkingsprogram for overvåking av økologisk og kjemisk tilstand i vannområde Fedafjorden-indre og ytre. Tabell hentet fra overvåkingsprogram.

Medium	Stasjon	Parametere	Hypighet/ tidspunkt	Kommentar
Bløtbunnsfauna	B1, B2, B3(ref.), B4 og B5	Artsmangfold, ømfintlighet, sammensatte indekser og abundans; H <sup>-</sup> , ES 100, SN, ISI, AMBI, NSI, NQI1, D1	Først i 2022 og deretter hvert 6. år	Iht. veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen for vanddirektivet, 2018)
Støtteparametere bløtbunnsfauna – CTD og siktedyp	B1, B2, B3(ref.), B4 og B5	Temperatur, salinitet og O <sub>2</sub> måles i hele vannsøylen. Siktedyp måles (Secchi)	Først i 2022 og deretter hvert 6. år	
Støtteparameter bløtbunnsfauna – sediment	B1, B2, B3(ref.), B4 og B5	TOC, kornfordeling fra øvre 10 cm og total nitrogen (TN)	Først i 2022 og deretter hvert 6. år	Kornfordeling 0-5 cm, organisk innhold 0-1 cm
Støtteparametere bløtbunnsfauna – vannprøver	B1, B2, B3(ref.), B4 og B5	Næringssalter, klorofyll a	Først i 2022  Månedlig. 2x pr. mnd. i juni, juli og aug.  Klorofyll a: mars- sept. 2x pr. mnd. i mars-apr.	2 m og blandeprove 0-10 m
Blåskjell	F9_10, F5, F6, F12(ref.)	Cr, Cu, Zn, Pb, Ni, Hg, Cd, As, Mn, PAH16, lipid	Høsten i 2022 og deretter hvert 3. år	20 skjell fra hver stasjon, størrelse 3-5 cm.
Sedimenter	S70, S71, S72, S73, S74, S75, S76 (ref.)	Cr, Cu, Zn, Pb, Ni, Hg, Cd, As, Mn, PAH16, TOC, kornstørrelse	Først i 2022 og deretter hvert 6. år	Prøveta 0-1 cm

Tabell 5 Ekstra undersøkelser i overvåkingsprogram 2022. Tabell hentet fra overvåkingsprogram.

Ekstra undersøkelser i 2022				
Vannprøver	P0 og P66	Cyanidforbindelser, metaller, PAH	I 2022, 2 stasjoner. Prøvetas i 3 mnd.	Lage gjennomsnittsverdi over prøveperioden
Partikkelstørrelsesfordeling (PSD)	Resipient og prosessvann	Volum/mengde fordeling, fordeling antall partikler	I 2022	

## 5 Feltarbeid og metode

### 5.1 Feltarbeid

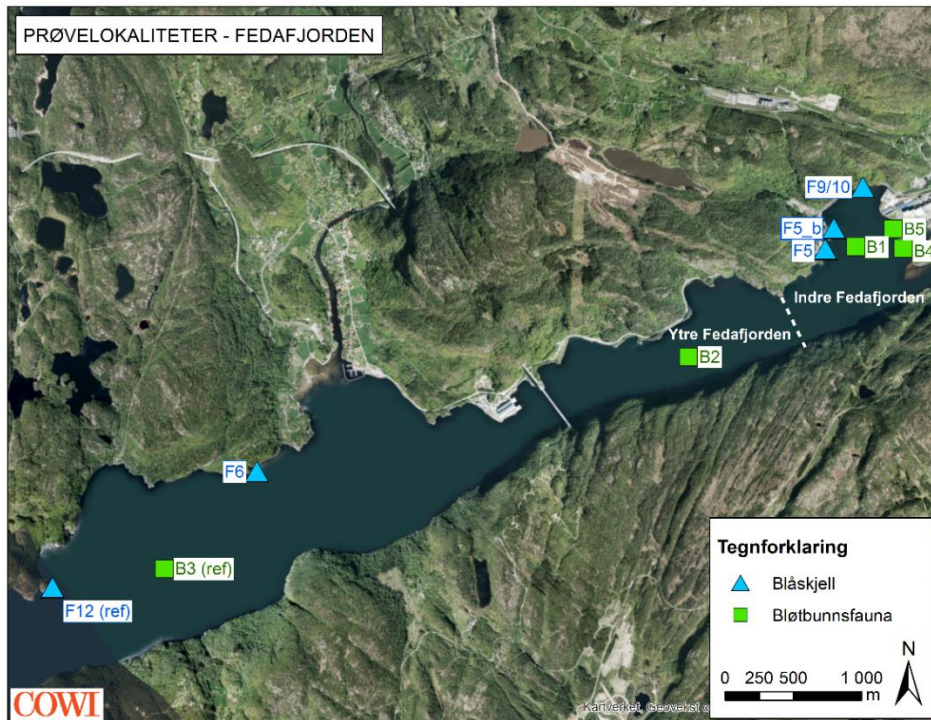
Feltarbeid med innsamling av vannprøver ble utført i perioden februar 2022 til januar 2023. Innsamling av sediment og bløtbunnsfauna ble utført den 20. september 2022, samt måling i vannsøyle med CTD-sonde. Blåskjell ble satt ut den 20. september og hentet inn den 16. januar 2023. Feltarbeid ble utført av miljørådgivere Arve Misund, Ida Martine Jensen, Jonathan Björklund og Ragnhild Kluge i COWI.

### 5.2 Bløtbunnsfauna

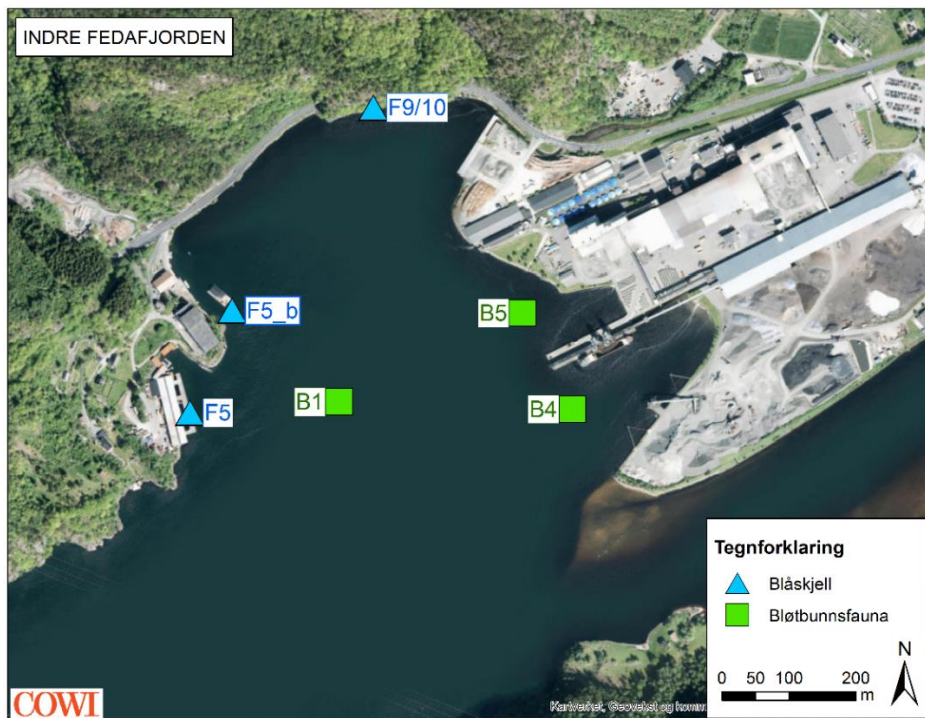
Bløtbunnsfauna ble prøvetatt i 5 stasjoner. Stasjonene for undersøkelse av bløtbunn er vist Tabell 6, Figur 5 og Figur 6. Stasjon B3 er referansestasjon. Prøvetaking ble utført av Ragnhild Kluge og Arve Misund. Feltnotater og bilder fra prøvetaking er gitt i Tabell 7 og Figur 7.

Tabell 6      *Posisjoner for stasjoner for bløtbunnsfauna, vannprøver og CTD-målinger*

Stasjon	Posisjon WGS84 sone 32V	Dyp (m)
B1	Ø375695 N6461160	47
B2	Ø374550 N6460250	75
B3 (ref.)	Ø370870 N6458365	120
B4	Ø376043 N6461180	12
B5	Ø375956 N6461316	23



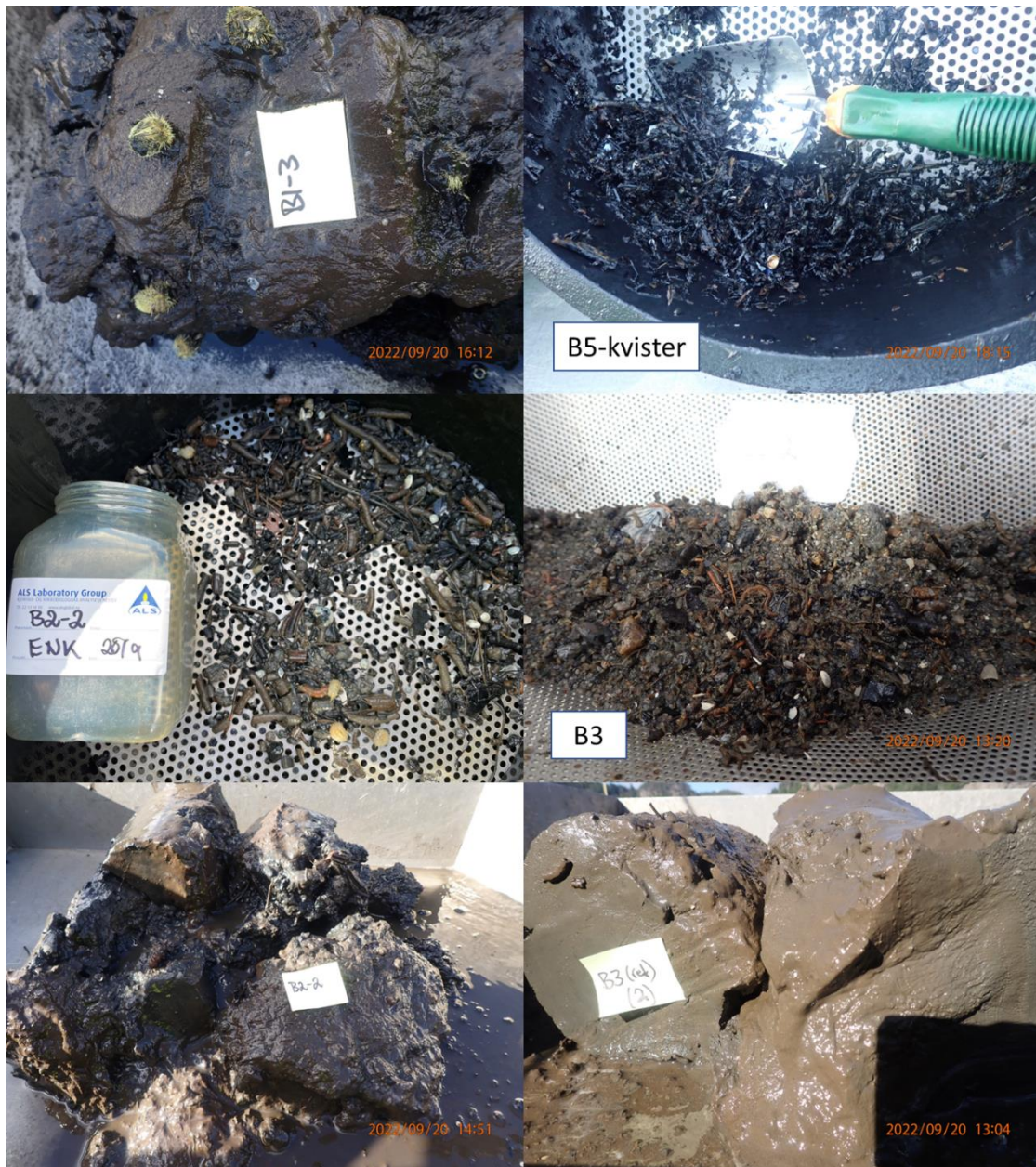
Figur 5 Kart over Fedafjorden, med stasjoner for prøvetaking av bløtbunnsfauna, vannprøver og blåskjell. Figur hentet fra overvåkingsprogram.



Figur 6 Kart over den innerste delen av Fedafjorden, med stasjoner for prøvetaking av bløtbunnsfauna, vannprøver og blåskjell. Figur hentet fra overvåkingsprogram.

Tabell 7      Feltnotater fra prøvetaking av bløtbunn den 20. september 2022.

Stasjon	Dyp (m)	Antall prøver	Antall bokser	Beskrivelse
B1	50	3	B1-1: 1 B1-2: 2 B1-3: 2	Fulle grabber. Siltig sand/leir. Mye sjømus i grabb.
B2	73	3	B2-1: 1 B2-2: 1 B2-3: 1	Fulle grabber. Siltig sand/leir. B2-2 hadde mer liv enn de andre.
B3	120	3	B3-1: 1 B3-2: 3 B3-3: 1	Fulle grabber. Siltig sand og runde steiner.
B4	12	3	B4-1: 2 B4-2: 2 B4-3: 2	Fulle grabber. Siltig sand.
B5	21	2	B5-1: 7 B5-2: 5	Mye flis i grabber. Derfor kun tatt prøve fra to hugg.



Figur 7 Foto fra prøvetaking av bløtbunn den 20. september 2022.

## 5.3 Støtteparametere

Som støtteparametere for de biologiske kvalitetselementene innen vannforskriften måles næringsalter, siktedyp og oksygen.

### 5.3.1 CTD og siktedyp

Siktedyp (secchi skive), oksygen, salinitet og temperatur måles i hele vannsøylen. Dette utføres med CTD-sonde i samme prøvepunkt som bløtbunnsfauna. Siktedyp ble målt ved samme feltrunde som CTD-målinger ble gjennomført, se Tabell 8. Ved prøvetaking av klorofyll a i prøvepunkt B1-B5 ble siktedyp målt til over 7,5 meter i gjennomsnitt (mars-september).

Tabell 8: Siktedyp ved prøvetaking den 20. september.

Stasjon	Siktedyp (m)
B1	3
B2	4
B3	8
B4	3
B5	3

### 5.3.2 Vannprøver

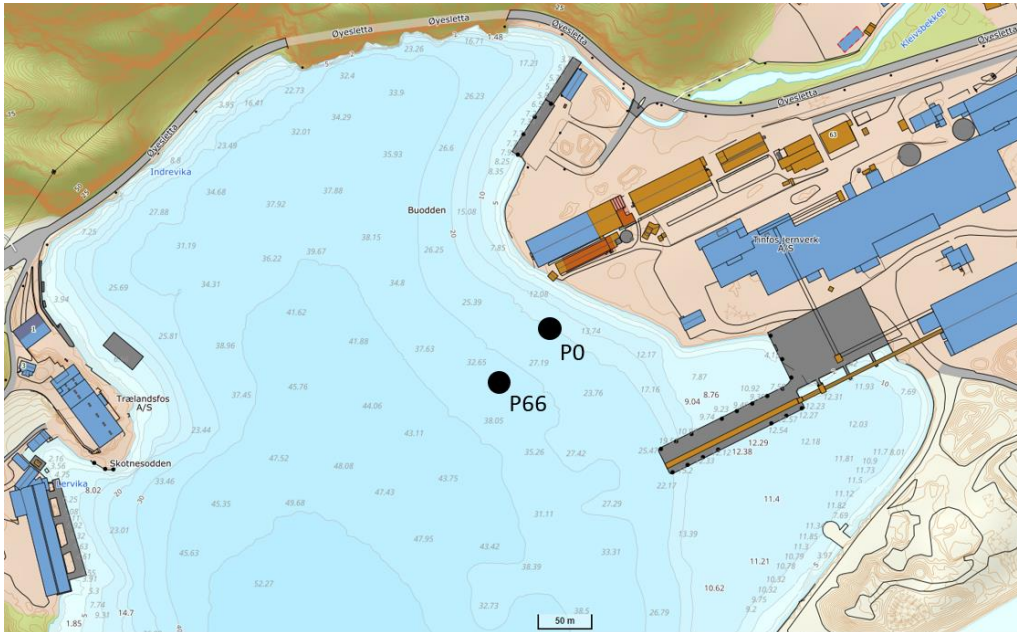
Det ble gjennomført månedlig prøvetaking av vann gjennom hele overvåkingsperioden. I månedene juni, juli og august ble prøvfrekvensen økt til 2 ganger pr. måned. Det ble ikke gjennomført prøvetaking av vann i november og desember på grunn av is. Vannprøvene ble analysert for næringsalter. I perioden mars til september ble det i tillegg analysert for klorofyll a.

Vannprøvene er prøvetatt på samme posisjon som blåskjell (Tabell 6, Figur 5 og Figur 6).

Vannprøver fra prøvepunktene P0 og P66, og partikkelstørrelsesfordeling (PSD) er ekstra undersøkelser som ble utført i 2022 med hensyn på utslipp av kobber og cyanid i prosessvann. Posisjoner for stasjonene er vist i Tabell 9 og Figur 8. Stasjonene er satt slik at P0 skal fange forurensningsgraden, mens P66 er satt 66 meter nedstrøms utslippspunktet hvor det er beregnet at akseptkriteriet for fritt cyanid (1 µg/l) oppnås (COWI, 2021). Det ble tatt prøver av vann fra 2 m dyp fra begge lokalitetene, mens det fra P0 også ble tatt en blandprøve fra 0-15 m dyp.

Tabell 9 Posisjoner for stasjoner for ekstra vannprøver. Tabell hentet fra overvåkingsprogram.

Stasjon	Posisjon WGS84 sone 32V
P0	Ø375887 N6461361
P66	Ø375846 N6461306



Figur 8 Kart over den innerste delen av Fedafjorden, med stasjoner for plassering av ekstra vannprøver (P0 og P66). Figur hentet fra overvåkingsprogram.

## 5.4 Biota

Ved overvåking i 2022 ble det satt ut blåskjell ved stasjonene ettersom det ikke var mulig å hente inn naturlig.

Blåskjell ble satt ut den 20. september og hentet inn den 16. januar 2023 ved 4 av stasjonene som er brukt i tidligere undersøkelser, se Tabell 10 for koordinater. Blåskjell fra stasjon F5 ble ikke funnet igjen, og ble sannsynligvis dratt av is som la seg over fjorden tidligere. Plassering av blåskjellstasjoner vises i Figur 5 og Figur 6. Stasjon F12 fungerer som referansestasjon. Blåskjellene var av størrelse 3-6 cm og de ble plassert ca. 5 m dypt ved hver stasjon. Se Tabell 11 for feltnotater fra utsetting.

Tabell 10 Posisjoner for blåskjellstasjonene. Tabell hentet fra overvåkingsprogram.

Stasjon	Posisjon WGS84 sone 32V
F9_10	Ø375707 N6461601
F5	Ø375475 N6461124
F6	Ø371479 N6459133
F12(ref.)	Ø370065 N6458156

Tabell 11 Feltnotater fra utsetting av blåskjell.

Stasjon	Dyp (m)	Temperatur (C°)	Kommentar
F5	10	15,7	Satt ut i bur på 5 m. Ikke funnet ved opphenting.
F6	10	15	Satt ut i bur på 5 m.
F9/10	23	14,7	Satt ut i bur på 5 m. Festet på kjetting i fjellet.
F12	20	15	Satt ut i bur på 5 m.

## 5.5 Bunnsedimenter

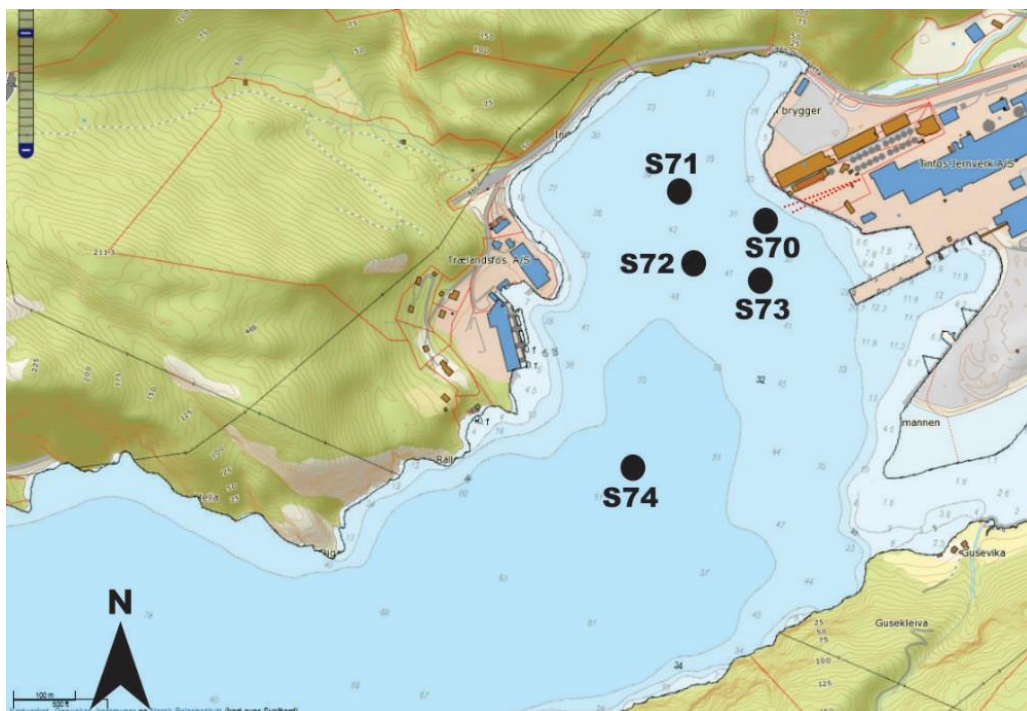
Sedimentene ble prøvetatt i 7 stasjoner, den 20. september 2022. Stasjonene for undersøkelse av sediment er vist i Tabell 12, Figur 9 og Figur 10. Prøvene ble tatt med en Van Veen Grabb 1000 cm<sup>2</sup>. På hver stasjon ble det tatt fire individuelle grabbprøver (0-2 cm) som ble slått sammen til en blandprøve for kjemisk analyse. Feltnotater og bilder er gitt i Tabell 13 og Figur 11.

Tabell 12 Posisjoner for sedimentstasjoner. Tabell hentet fra overvåkingsprogram.

Stasjon	Koordinater WGS84 sone 32V
S70	Ø375881 N6461359
S71	Ø375704 N6461409
S72	Ø375748 N6461288
S73	Ø375853 N6461273
S74	Ø375677 N6460940
S75	Ø374475 N6460260
S76(ref.)	Ø369564 N6457582



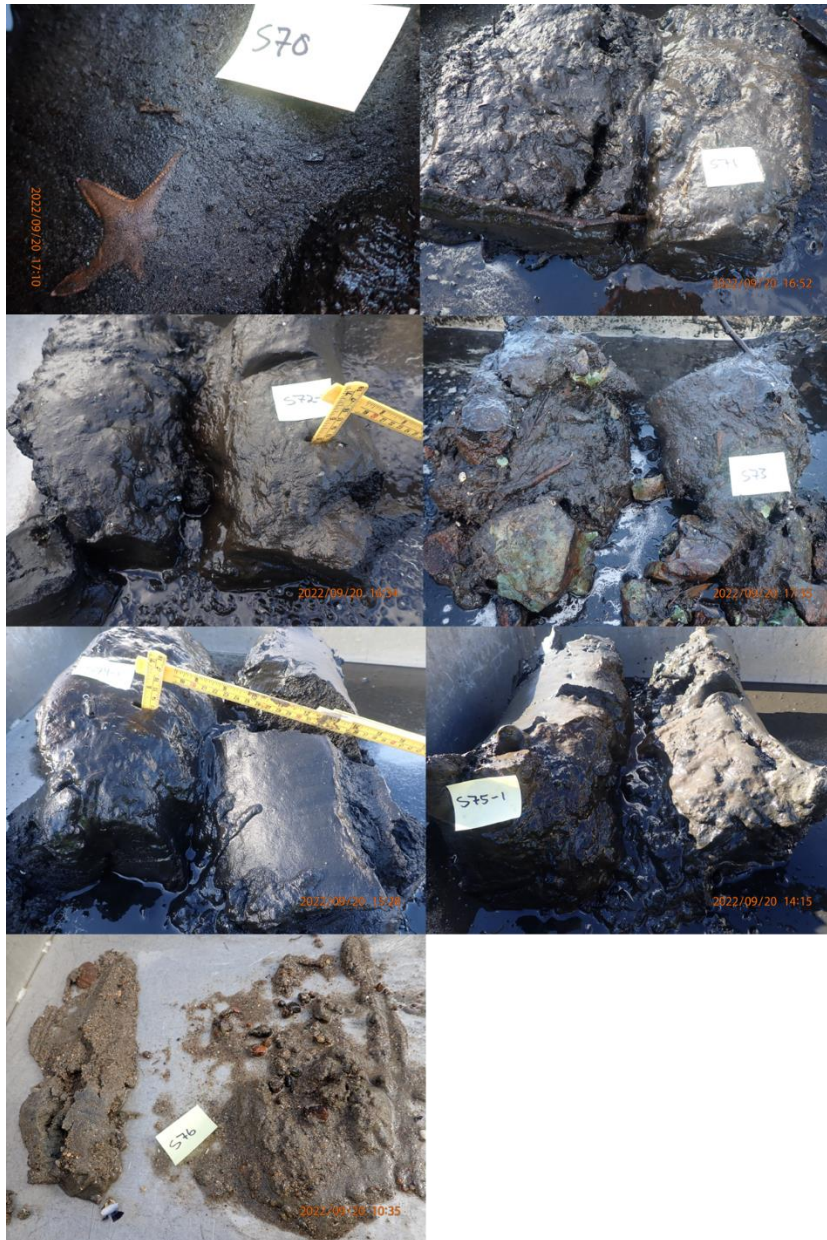
Figur 9 Kart over Fedafjorden, med stasjoner for prøvetaking av sediment. Figur hentet fra overvåkingsprogram.



Figur 10 Kart over den innerste delen av Fedafjorden, med stasjoner for prøvetaking av sediment. Figur hentet fra overvåkingsprogram.

Tabell 13 Beskrivelse av undersøkte sedimentstasjoner 20. september 2022.

Stasjon	Dyp (m)	Sedimentbeskrivelse
S70	20	To grabbskudd, to grabbskudd med olje på overflaten og diesellukt. Sjøstjerne. Mørk mudder.
S71	38	Sand, mørk mudder, skjell, kvister.
S72	40	Sand og mørk mudder, skjell.
S73	36	Mørk mudder med noe grønn slaggstein og kvister.
S74	56	Mørk mudder med sand. H <sub>2</sub> S-lukt.
S75	73	Svart sand og leir. Kvister.
S76	143	Sand og skjell, rund stein.



Figur 11 Foto av samtlige grabbprøver av sedimentbunn. Prøver ble tatt fra 0-2 cm.

## 5.6 Analyser

Vannprøver, sedimentprøver og biota ble analysert ved laboratoriet ALS Laboratory Group Norway AS som er akkreditert for de aktuelle analysene. Bløtbunnsfauna ble analysert av Pelagia og partikkelstørrelsesfordeling ble bestemt av Aquateam (COWI).

Månedlige vannprøver ble analysert for følgende næringsalter som finnes i prosessvann/resipient: nitrat + nitritt, fosfat, totalt fosfor, totalt nitrogen og klorofyll a.

Prøvepunkt P0 og P66 ble analysert for 20 metaller, PAH<sub>16</sub>, cyanid-fri og totalt cyanid.

Sedimentprøvene ble analysert iht. sedimentpakke basis: 8 tungmetaller, TOC, PAH<sub>16</sub>, PCB<sub>7</sub> og tributyltinn (TBT), kornfordeling og tørrstoffinnhold. Som støtteparametere for bløtbunnsfauna skal det også analyseres for totalt nitrogen i sedimentprøver.

Bløtbunnsfauna ble analysert iht. ISO 16665 for artsmangfold.

Biota ble analysert iht. veileder 02:2018 for fettbestemmelse, metaller og PAH<sub>16</sub>.

Alle analyseresultater med henvisning til metode ligger i Vedlegg 1.

## 6 Resultater og diskusjon

Tilstandsvurderinger er utført etter klassifiseringssystemet beskrevet i veilederne 02:2018 og M-608 (Direktoratsgruppen for vanddirektivet, 2018; Miljødirektoratet, 2020). Fullstendige analyserapporter er gitt i vedlegg 1.

### 6.1 Bløtbunnsfauna

Sortering, artsbestemmelse og indeksberegninger av bunnfauna er utført akkreditert av Pelagia Nature & Environment AB (akkrediteringsnr. 1846). Resultatene er vurdert og beskrevet iht. veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen for vanddirektivet, 2018). En samlet tilstandsvurdering gis som nEQR (normalisert Ecological Quality Ratio). Merk at indeksene først og fremst er utviklet for å vurdere påvirkning fra organisk belastning og ikke for miljøgifter. Bunndyrsundersøkelsen er i sin helhet rapportert i vedlegg 2, der resultater pr. hugg også vises, samt artsliste. Hovedresultat og konklusjonene gjengis her. Tabell 14 viser en oppsummering av resultatene fra 2022.

Tabell 14 Sammenstilling av alle stasjoners antall individer, antall arter, samt index. Statusen indikeres med fargekoder/tilstandsklasser etter veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen for vanddirektivet, 2018).

Station	Arter (S)	Individer (N)	H'	ES <sub>100</sub>	NQI1	ISI <sub>2012</sub>	NSI	nEQR	AMBI	J
B1	28	249	3,365	16,823	0,647	7,838	21,457	<b>0,648</b>	2,621	0,824
B2	42	239	3,55	23,333	0,667	7,753	21,784	<b>0,695</b>	2,86	0,782
B3	64	880	4,434	28,915	0,717	9,69	24,723	<b>0,83</b>	2,285	0,862
B4	42	218	3,843	24	0,742	8,025	23,078	<b>0,755</b>	1,904	0,84
B5	16	234	2,865	10,349	0,562	7,442	20,672	<b>0,543</b>	2,911	0,846

Resultatene viser at den økologiske tilstanden til bløtbunnsfaunaen i Fedafjorden var moderat ved stasjon B5 (TK5), og god på stasjon B1, B2 og B4 (TK2). I referansestasjonen B3 er tilstanden svært god. Klassifisering for artsmangfold H' viser samme klassifisering som nEQR.

Stasjon B1, B2 og B5 hadde TOC i TK5, og stasjon B3 og B4 i TK 2 (se kap. 6.2.1). Det ble kun tatt 2 prøver fra B5 ettersom det i hovedsak bestod av kvister, og dette kan forklare det høye TOC-nivået ved denne stasjonen.

Tabell 15 oppsummerer nEQR for stasjonene fra 2015, 2016 og 2022. Den økologiske klassifiseringen i 2015 viste at alle stasjoner hadde nEQR i tilstandsklasse 2, med unntak av B3 som lå i tilstandsklasse 3. I 2016 var stasjon B1 og B5 i tilstandsklasse 3 og stasjon B2, B3 og B4 i tilstandsklasse 2. B3 har i alle tilfeller hatt høyest normalisert EQR-verdi. I 1986 viste resultatene sterkere forurensningspåvirkning innerst i fjorden, og normal tilstand på stasjoner lenger ute (NIVA, 1986). Resultatene fra 2022 viser en forbedret tilstand for alle stasjoner, med unntak av B5 som viser stabil EQR-verdi fra 2015-2022.

Tabell 15 Oppsummering av nEQR for stasjon B1-B5 fra 2015, 2016 og 2022 (COWI, 2016; COWI, 2017).

Stasjon	nEQR		
	2015	2016	2022
B1	0,6	0,56	0,65
B2	0,61	0,63	0,7
B3	0,74	0,77	0,83
B4	0,65	0,64	0,76
B5	0,52	0,54	0,54

## 6.2 Fysisk-kjemiske støtteparametere

Næringssalter, siktedyp og oksygen er støtteparametere for de biologiske kvalitetselementene i vannforskriften. Støtteparametere er viktige for å kunne forklare eventuelle endringer i de biologiske overvåkingskomponentene.

Saltholdighetsmålinger benyttes også for valg av klassifiseringstabell, samt fastsettelse av vanntype. Det anbefalte klassifiseringsverktøyet inneholder kun to ulike vanntyper; saltholdighet < 18 og saltholdighet mellom 5-18. Fedafjorden er klassifisert som sterkt ferskvannspåvirket fjord og grenseverdiene for PSU 18 er anvendt til tentativ klassifisering.

### 6.2.1 Totalt organisk karbon (TOC) og total nitrogen

Som støtteparametere ved undersøkelse av bløtbunnsfauna brukes sedimentparameterne totalt organisk karbon (TOC), kornfordeling og total nitrogen. TOC benyttes som et supplement til faunadataene for å få informasjon om graden av organisk belastning. Sedimentparameterne skal ikke benyttes som kvalitetselementer, men som støtteparametere, og altså ikke inngå i klassifiseringen av økologisk tilstand. TOC er analysert fra sediment 0-1 cm og kornfordeling fra 0-5 cm.

Klassifiseringen av TOC er basert på finkornet sediment og prøven standardiseres for teoretisk 100% finstoff iht. veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen for vanddirektivet, 2018). TOC-konsentrasjonene i Fedafjorden var høye, tilsvarende tilstandsklasse 5 (svært dårlig) ved stasjon B1, B2 og B5. Konsentrasjonen av total nitrogen er også høyest ved stasjon B1, B3 og B5. Ved stasjon B4 og referansestasjonen B3, tilsvarte konsentrasjonene tilstandsklasse 2 (god). Konsentrasjonene i 2015 var i TK3 (moderat) ved stasjon B3 og B4, og resultatene fra 2022 viser til en forbedring ved disse stasjonene. Høy TOC-verdi indikerer stor organisk belastning, som kan ha innvirkning på bløtbunnsfaunaen.

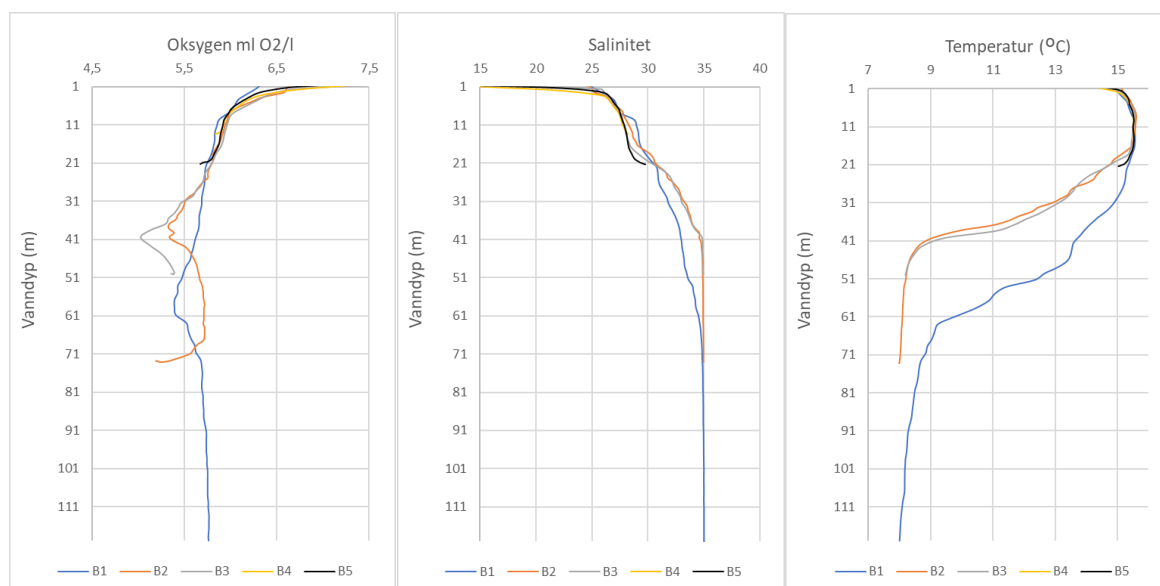
Konsentrasjonen av total nitrogen var også høyest ved stasjon B1, B2 og B5, og lavest ved stasjon B4. C/N-forholdet (forholdstallet mellom karbon og nitrogen) kan gi indikasjon på opprinnelsen til det organiske materialet i sedimentet ettersom ulike typer materiale har ulikt innhold av nitrogen. Generelt vil sedimenter hvor detritusmaterialet hovedsakelig har sin opprinnelse i planteplankton, gi et C/N-forhold på 6-8 fordi planteplankton er relativt rikt på nitrogen. Derimot har bentiske makroalger (tang og tare) et C/N-forhold på 10-60 og terrestrisk plantemateriale >100. Sedimenter med stor tilførsel av terrestrisk plantemateriale har derfor gjerne et C/N-forhold >10-12. C/N-forholdet i prøvene B1-B5 indikerer at en høy andel av sedimentert organisk materiale er av terrestrisk opprinnelse (Tabell 16).

Tabell 16 Tilstandsklassifisering for TOC i sediment fra Fedafjorden, og total nitrogen. Klassifisert iht. veileder 02:2018 (Miljødirektoratet, 2020).

Stasjon	<63 um	TOC	TOC63	Total nitrogen	C/N-forhold
	%	mg/g TS	mg/g	mg/kg	
<b>B1</b>	42.2	69.3	79.7	3740	21.3
<b>B2</b>	84.9	55.4	58.1	3660	15.9
<b>B3</b>	48.0	16.6	26.0	1470	17.7
<b>B4</b>	5.4	8.8	25.8	521	49.6
<b>B5</b>	15.9	71.9	87.0	2930	29.7

## 6.2.2 Temperatur og salinitet

Dybdegradienter av saltholdighet, temperatur og oksygen fra bløtbunnsstasjonene er vist i Figur 12. Temperaturen i de øvre 20 meterne var relativt høy (15 grader), og sank ned mot 8 grader ved de dypeste stasjonene. Oksygenkonsentrasjonen (ml O<sub>2</sub>/l) er i tilstandsklasse 1 (> 4,5 ml O<sub>2</sub>/l) i hele vannsøylen ved alle stasjoner, iht. veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen for vanndirektivet, 2018). Saliniteten varierte fra omtrent 25-35% for de dypeste stasjonene.



Figur 12 Oksygen, salinitet og temperatur ved bløtbunnsstasjonene. Zoom for bedre oppløsning.

## 6.2.3 Næringsalter og klorofyll

For å klassifisere tilstand basert på konsentrasjon av næringsalter skal det tas mange årlige prøver over en periode på minst tre år (Direktoratsgruppen for vanndirektivet, 2018). Klassifiseringsgrunnlaget gjelder for overflatevann, og det er tatt overflateprøver i form av blandprøve fra 0-10 m (0, 5 og 10 m), samt prøve fra 2 m dyp. Datagrunnlaget er klassifisert tentativt basert på 1 år med prøvetaking i Tabell 17 og Tabell 18, basert på tabell 9.27 i veileder 02:2018 for PSU 18. En oppstilling av analyseresultatene for næringsalter og klorofyll fra alle prøvetakingdatoene er gitt i vedlegg 3.

For sommerperioden viser klassifiseringen svært god og god tilstand for total nitrogen, nitrat og nitritt, samt total fosfor på alle stasjonene og dyp (tilstandsklasse 1 og 2). Fosfat er i tilstandsklasse 3 for alle stasjoner og dyp. For vinterperioden er tilstanden dårligere, hvor total fosfor har høyest tilstandsklasser. Generelt er det dårligere tilstand i vannet på 2m enn blandprøven fra 0-10 m, med noen unntak. Total fosfor var i tilstandsklasse 5 (svært dårlig) fra blandprøven (0-10 m) ved V1.

Tabell 17 Gjennomsnittlige konsentrasjoner av næringssalter fra sommerperioden (juni-september 2022) oppgitt i µg/L, klassifisert tentativt (basert på 1 år) iht. veileder 02:2018, PSU 18. Se plassering i Figur 5 og Figur 6.

Prøvepunkt	Dybde (m)	Total nitrogen	Nitrat og nitritt-N	Total fosfor-P	Fosfat-P
V1	0-10	212	<5	12,4	9,82
	2	196	<5	13,8	12,2
V2	0-10	212	<5	13	12,68
	2	156	<5	14,4	13,98
V3	0-10	193	<5	11,6	9,52
	2	170	<5	12,8	7,54
V4	0-10	268	<5	14,4	13,64
	2	214	<5	13,8	12,36
V5	0-10	244	<5	13,8	11,32
	2	252	<5	13,4	12,72

Tabell 18 Gjennomsnittlige konsentrasjoner av næringssalter fra vinterperioden (februar 2022 og januar 2023) oppgitt i µg/L, klassifisert tentativt (basert på 1 år) iht. veileder 02:2018, PSU 18. Se plassering i Figur 5 og Figur 6.

Prøvepunkt	Dybde (m)	Total nitrogen	Nitrat og nitritt-N	Total fosfor-P	Fosfat-P
V1	0-10	470	121	172	19,5
	2	555	201	43	13,9
V2	0-10	380	121	44	20,2
	2	520	181	40	15,3
V3	0-10	355	121	40	19,5
	2	435	181	38	15,5
V4	0-10	385	121	41	21,2
	2	535	221	42	11
V5	0-10	455	131	45	15,5
	2	595	295	8	2,65

For klorofyll-a finnes det ikke tilstandsklasser for økoregion og vanntypen i Fedafjorden (N5), men konsentrasjonene er svært lave (Tabell 19), og ville vært i tilstandsklasse 1 for N4 ved alle stasjoner og datoer (under 2,6 µg/l).

Tabell 19 Klorofyll-a for blandprøver 0-10 m fra alle stasjoner. Se stasjoner i Figur 5 og Figur 6.

Dato	V1	V2	V3	V4	V5
	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
14.03.2022	0,92	0,49	0,72	0,82	0,9
05.04.2022	0,63	0,82	1,2	0,8	0,53
21.04.2022	0,41	0,34	0,3	0,35	0,43
16.05.2022	0,72	0,72	0,77	0,7	0,83
09.06.2022	1,3	0,81	0,7	0,89	0,88
21.07.2022	1,4	1,1	1	1,7	1,4
19.08.2022	1,2	1,1	0,72	1,3	1,3
20.09.2022	2,2	1,8	0,89	2,2	1,5

## 6.3 Biota (blåskjell)

Analyseresultater av blåskjell fra Fedafjorden er klassifisert iht. grenseverdier for organismer gitt i veileder (Miljødirektoratet, 2020). Det er kun kvikksølv som er en av de prioriterte miljøgiftene av metaller, og metaller er derfor også klassifisert iht. veileder TA-1467:1997 (SFT, 1997), hvor tilstandsklasse 2 (moderat forurenset) er satt som øvre akseptable grense. Kondisjonsindeks (CI) er beregnet ut fra antall døde og levende skjell.

## 6.4 EUs prioriterte miljøgifter

Konsentrasjoner av EUs prioriterte miljøgifter i blåskjell er vist i Tabell 20. Analyseresultatene er klassifisert iht. veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen for vanddirektivet, 2018). Det er påvist overskridelse av EQS-verdier for kvikksølv i alle stasjonene, i tillegg til referanseprøven som ikke ble eksponert for sjøvann. Benzo(a)pyren overskrider EQS for F6 og F9\_10, men ikke for stasjon F12 som fungerer som en referansestasjon. Ettersom de ueksponerte blåskjellene inneholdt mer eller like mye kvikksølv som de eksponerte skjellene, er det mulig at kvikksølvkonsentrasjonene ikke er reelle. Dersom man ser bort fra kvikksølv blir fremdeles stasjon F6 og F9\_10 klassifisert i ikke god kjemisk tilstand, mens F12 klassifiseres som god.

Tabell 20 Konsentrasjoner av EUs prioriterte miljøgifter i blåskjell, klassifisert iht. EQS. Røde verdier indikerer at konsentrasjonen er over miljøkvalitetsstandard i organismer, og grønne verdier indikerer under standard.

Parameter	Enhet	EQS	F6	F9_10	F12	Ref. Blåskjell
Kvikksølv (Hg)	µg/kg v.v.	20	25	30	37	36
Naftalen		2400	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Antracen		2400	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Fluoranten		30	3,3	9,5	3,1	<1.0
Benzo(a)pyren		5	6,2	13	1,2	<4.5
<b>Klassifisering av tilstand</b>			<b>Ikke god</b>			

## 6.5 Vannregionspesifikke stoffer

Konsentrasjoner av vannregionspesifikke stoffer er vist i Tabell 21. Analyseresultatene er klassifisert iht. veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen for vanddirektivet, 2018). Sett fra tabellen kan alle de tre stasjonene og referanseprøven klassifiseres med god økologisk tilstand basert på den ene parameteren det ble analysert for.

Tabell 21 Konsentrasjoner av vannregionspesifikke stoffer i blåskjell, klassifisert iht. EQS. Grønne verdier indikerer at konsentrasjonen er over miljøkvalitetsstandard i organismer.

Parameter	Enhet	EQS	F6	F9_10	F12 B	Ref. Blåskjell
Benzo(a)antracen	µg/kg v.v	300	1,6	8,6	1,4	<1.0
<b>Klassifisering av tilstand</b>			<b>God</b>			

## 6.6 Metaller

Konsentrasjoner av påviste metaller i blåskjellprøvene er klassifisert iht. TA-1467:1997 (SFT, 1997), se Tabell 22. Tilstandsklasse 2 (moderat forurenset) er satt som øvre akseptable grense.

Referanseblåskjellene som ikke ble eksponert klassifiseres i TK1 for alle parametere foruten arsen (TK2) og krom (TK3). De eksponerte blåskjellene ligger i tilstandsklasse 2 for alle metaller med unntak av arsen som ligger i TK 2 for stasjon F9\_10 og i TK 3 for stasjon F6 og F12.

Tabell 22 Konsentrasjoner av metaller i blåskjell klassifisert iht. veileder TA-1467:1997. Lys grønn farge indikerer at høyeste mulige tilstandsklasse er TK 2.

Parameter	Enhet	Klasse II	F6	F9_10	F12	Ref. Blåskjell
As (Arsen)	mg/kg t.v.	30	33,5	28,9	32,4	13,9
Cd (Kadmium)		5	1,4	1,4	1,3	1,3
Cr (Krom)		10	<2	<1,2	<1,1	10,4
Cu (Kopper)		30	7,2	6,4	6,1	9,7
Hg (Kvikksølv)		0,5	0,1	0,2	0,2	0,2
Ni (Nikkel)		20	1,2	1,8	1,1	4,2
Pb (Bly)		15	<6	<5,8	<5,6	<7
Zn (Sink)		400	143,7	138,7	145,3	97,2

## 6.7 Kondisjonsindeks (CI) og overlevelse

Kondisjonsindeks er et mål på mengde bløtvev i forhold til skall, og gir et mål på skjellenes ernæringsstatus. For samtlige eksponeringer er beregnet kondisjonsindeks generelt lav, men noe høyere etter eksponering enn i referanseprøven som ble fryst og ikke eksponert for sjøvann. Det var høyest kondisjonsindeks ved stasjon F12, som hadde omtrent samme indeks som F6, hhv. 52,98% og 52,63%. Overlevelsesgraden var omtrent den samme ved alle stasjoner, men stasjon F6 hadde høyest (82,5%) og F9\_10 lavest grad (77%).

Tabell 23 Prøvedyp, kondisjonsindeks, vekt, overlevelse og fettinnhold i eksponerte blåskjell og referanseprøve.

Stasjon	Tidsrom	Kondisjonsindeks (CI) (%)	Vekt bløttdel (g)	Vekt skall (g)	Prøvedyp (m)	Antall levende (n)	Antall døde (n)	Overlevelse (%)	Fett (g/100g)
F9-10	Sep22/jan 23	49,40	83	168	5	248	57	77,0	1,3
F6		52,63	80	152	5	251	44	82,5	0,91
F12		52,98	80	151	5	232	47	79,7	0,66
Ref	Fryst	40,94	52	127	-	-	-	-	1,2

## 6.8 Sammenligning med tidligere resultater

COWI har tidligere gjennomført miljøundersøkelser av blåskjell i Fedafjorden i 2015, 2016, 2019 og 2020 (COWI, 2016; COWI, 2017; COWI, 2019; COWI, 2021). I undersøkelsene fra 2015 og 2016 ble det gjennomført analyser på naturlig forekommende blåskjell fra fjorden. I 2015 ble det funnet blåskjell på alle stasjonene, mens det i 2016 kun var mulig å finne blåskjell nær stasjon F5. Fra disse undersøkelsene ble det tatt tre parallelle blandprøver fra stasjonene. For sammenligning er konsentrasjonene slått sammen til et gjennomsnitt fra hver stasjon. I 2019 og 2020 ble det plassert ut blåskjell. Ettersom skjellene fra stasjon F5 ikke ble gjenfunnet i 2022, er det kun sammenligning med stasjon F9\_10 som er presentert følgende avsnitt for alle parametere foruten PAH-16.

Tabell 24 sammenligner stasjon F9\_10 mot EQS. Tabellen viser at konsentrasjonen av kvikksølv har variert gjennom årene, og var under EQS i 2015 og 2019 og over i 2020 og 2022.

Konsentrasjonen var derimot lavere i 2022 enn i 2020. Naftalen og antracen har variert lite gjennom årene. Benzo(a)pyren har også variert en del, men hadde lavere konsentrasjon i 2022 enn i 2020. Det samme gjelder for fluoranten og benzo(a)antracen.

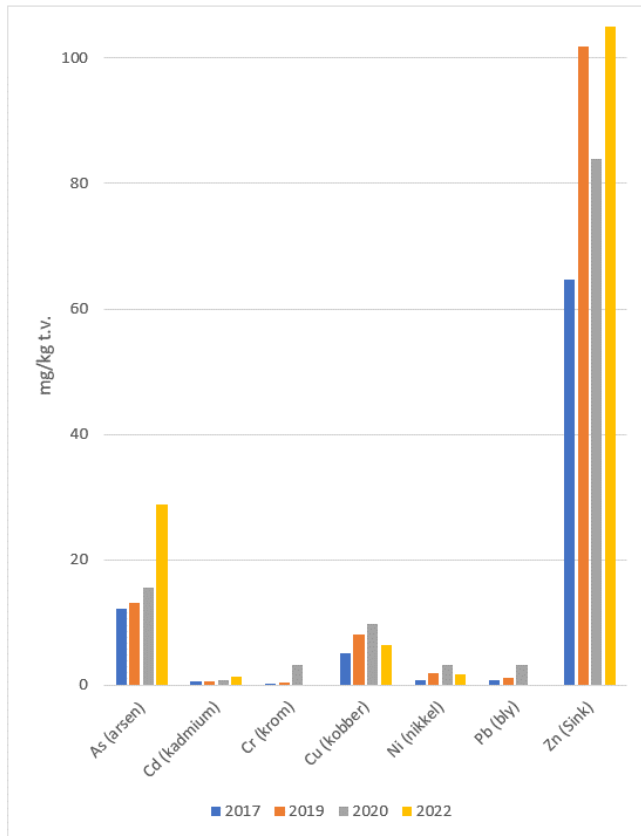
Tabell 24 Analyseresultat av biota på sammenlignet med tidligere resultater, klassifisert iht. miljøkvalitetsstandard (EQS) for prioriterte stoffer og prioriterte farlige stoffer i organismer fra 2015-2022. Rød farge viser dårlig tilstand.

Parameter	Enhet	EQS	F9_10			
			2015	2019	2020	2022
Hg (kvikksølv)	µg/kg v.v.	20	8,67	6,45	50	30
Naftalen		2400	1,15	<7,6	2,5	<5
Antracen		2400	1,2	0,81	2	<1,0
Benzo(a)pyren		5	2,4	6,7	26	13
Fluoranten		30	15,67	65	30	9,5
Benzo(a)antracen		300	5,3	17	26	8,6

Tabell 25 viser metallkonsentrasjoner i blåskjell fra stasjon F9\_20 fra 2017-2022, klassifisert iht. TA-1457/1997 (SFT, 1997). Figur 13 illustrerer endringer i metallkonsentrasjonene gjennom årene. Resultatene tyder generelt på en økning i konsentrasjon av alle metallene. Arsen, kadmium og sink er høyest i den nyeste undersøkelsen, mens bly, krom, kobber og nikkel var høyest i 2020.

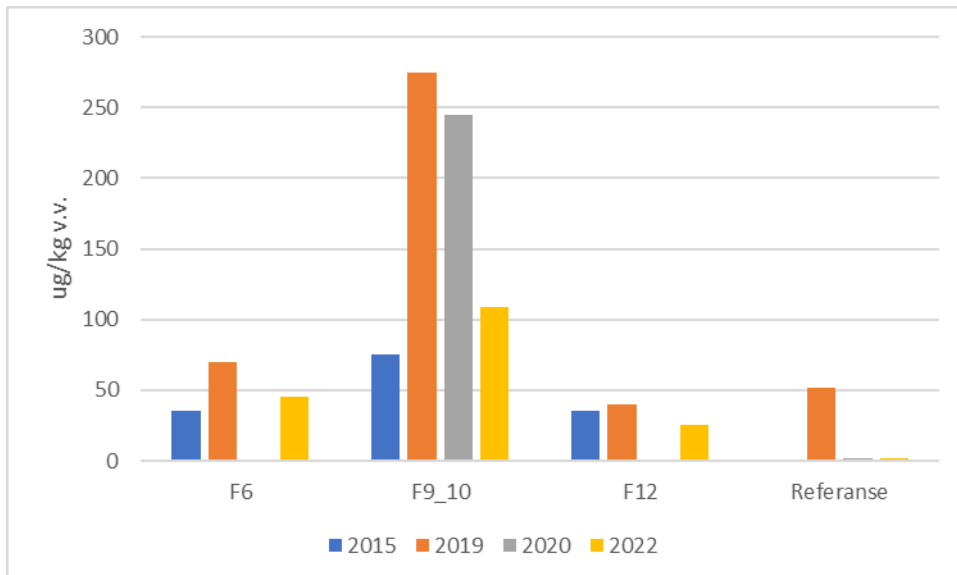
Tabell 25 Analyseresultat av biota sammenlignet med tidligere resultater fra 2017-2022, klassifisert iht. veileder TA-1457:1997.

Parameter	Enhet	Klasse II	F9_10			
			2017	2019	2020	2022
As (arsen)	mg/kg t.v.	30	12,2	13,2	15,5	28,9
Cd (kadmium)		5	0,59	0,69	0,77	1,4
Cr (krom)		10	0,3	0,46	3,23	<1,2
Cu (kobber)		30	5,14	7,99	9,68	6,4
Ni (nikkel)		20	0,84	1,88	3,23	1,8
Pb (bly)		15	0,8	1,19	3,23	<5,8
Zn (Sink)		400	64,7	101,9	83,9	138,7



Figur 13 Metallkonsentrasjoner ved stasjon F9\_10 fra 2017-2022.

Figur 14 viser en sammenstilling av PAH-konsentrasjonene ved stasjon F6, F9\_10, F12 og referanseprøve fra 2015-2022. Resultatene viser en nedgang av PAH fra 2019 til 2022. Konsentrasjonen er redusert mest ved F9\_10, nærmest ENK.



Figur 14 PAH-konsentrasjoner ved stasjonene i 2015-2022. Det er en nedgang i PAH-konsentrasjoner i 2022.

## 6.9 Bunnsedimenter

Analyseresultatene er farget etter tilstandsklasser for sedimenter slik det er definert i veileder M-608 "Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020". En forklaring av fargekodene er gitt i Tabell 26. Analyseresultatene er presentert i Tabell 27.

Tabell 26: Tilstandsklasser for sediment (Miljødirektoratet, 2020)

Tilstandsklasse				
I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig

Alle analyseresultater fra referansestasjonen S76 klassifiseres i tilstandsklasse I (Meget god), og konsentrasjoner av PCB klassifiseres også i tilstandsklasse I i alle stasjoner. Det registreres generelt høyest konsentrasjoner av miljøgifter innerst i fjorden, ved stasjon S70 og S72.

### 6.9.1 Metaller

Klassifiserte analyseresultater fra de syv undersøkte sedimentstasjonene i Fedafjorden 2022 er oppsummert i Tabell 27. Metallene kobber og kvikksølv klassifiseres i tilstandsklasse V (Svært dårlig) i stasjon S70 og S72. Konsentrasjonen av kobber klassifiseres i TK II (God) i resterende stasjoner, mens kvikksølv klassifiseres i tilstandsklasse IV (Dårlig) i resterende stasjoner i Indrevika og tilstandsklasse II i S75. Metallene krom og nikkel klassifiseres i TK I og bly i TK II ved alle sedimentstasjonene. Konsentrasjonen av arsen, kadmium og sink klassifiseres i TK II og TK III (Moderat). Konsentrasjonene er tilsvarende tidligere resultater, men noe høyere for kobber og kvikksølv ved stasjon S70 og S72. Kvikksølv og kobber ble brukt som biocid i treverksindustrien i området og er tidligere tolket som remobilisering av gamle utslipp som liggere lagret i sedimentene (COWI, 2016). Det er også tidligere funnet kvikksølv i TK IV og V ved de innerste stasjonene (COWI, 2016), men med noe lavere verdier enn i 2022. Kobber var tilsvarende TK II i 2015 (COWI, 2016). Økningen kan indikere økt grad av remobilisert gammelt forurenset sediment, men kan også være knyttet til en registrert økning i kobberutslipp fra ENK AS i 2020 sammenlignet med året før.

Overvåking i 2015 viste konsentrasjoner tilsvarende TK III av arsen, kadmium, sink og bly (for S71 og S72), og dette er tilsvarende eller noe lavere enn resultatene fra 2022 (COWI, 2016).

Med unntak av arsen som har konsentrasjon tilsvarende TK III i alle stasjoner bortsett fra referansestasjonen, er det en generell trend mot lavere konsentrasjoner av metaller utover fjorden. Dette er tilsvarende det som er funnet ved tidligere undersøkelser (COWI, 2016), og på referansestasjonen S76 er alle metaller i TK I.

Nikkel og krom har konsentrasjoner i TK I i alle stasjoner. Tilsvarende lave konsentrasjoner er funnet ved tidligere undersøkelser (COWI, 2014; 2010; 2016) og krom og nikkel er ikke ansett som et miljøproblem i Fedafjorden.

Tabell 27 Klassifiserte analyseresultater fra 7 undersøkte sedimentstasjoner i Fedafjorden 2022. Klassifiseringen er i henhold til Miljødirektoratets Veileder M608/2016 rev. 2020.

Parameter	Enhet	S70	S71	S72	S73	S74	S75	S76 -Ref
Arsen, As	mg/kg TS	18	26	36	21	27	37	2,7
Bly, Pb		43	95	120	66	78	52	5,3
Kadmium, Cd		12	4,1	8,4	2,2	1,9	0,3	<0.020
Kobber, Cu		380	67	180	57	67	57	3
Krom, Cr		14	19	27	17	19	22	3,9
Kvikksølv, Hg		16	1	1,7	0,92	0,76	0,26	0,012
Nikkel, Ni		23	15	17	13	14	14	3,4
Sink, Zn		370	320	520	240	200	120	21
Naftalen		µg/kg TS	25	27	37	10	11	17
Acenaftylen	150		43	61	21	<10	10	<10
Acenaften	71		29	40	24	28	18	<10
Fluoren	200		58	78	22	12	22	<10
Fenantren	1600		250	410	180	100	30	<10
Antracen	2200		260	460	190	41	29	<4.0
Fluoranten	4000		390	590	400	190	120	<10
Pyren	6500		440	1500	500	210	110	<10
Benzo(a)antracen	8600		310	630	210	64	29	<10
Krysen	11000		730	1700	730	270	94	<10
Benso(b)fluoranten	13000		2300	7100	1800	1000	200	<10
Benzo(k)fluoranten	5600		1300	2300	1100	600	160	<10
Benzo(a)pyren	13000		2600	5700	2000	900	170	<10
Indeno(1,2,3,cd)pyren	6200		2400	3800	1500	760	190	<10
Dibenzo(a,h)antracen	2400		800	1300	520	250	54	<10
Benzo(g,h,i)perylene	8000		3400	5100	2400	1300	260	11
Sum PAH(16)	83000		15000	31000	12000	5700	1500	11
Sum PCB_7	<4		<4	<4	<4	<4	<4	<4
Tributyltinn	16,2		60,2	76,8	217	87,4	10,7	<1

## 6.9.2 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

Sedimentstasjonene innerst i fjorden er sterkt forurenset av PAH forbindelser (Tabell 27). Tilsvarende tidligere resultater er det funnet antracen, benzo(b)fluoranten, krysen, benzo(ghi)perylene og indeno(123cd)pyren tilsvarende tilstandsklasse V ved flere av de innerste stasjonene. Dette er de samme forbindelsene som er funnet i høye konsentrasjoner ved tidligere undersøkelser (NIVA, 1986; COWI, 2010; COWI, 2016). Det er som tidligere observert også for PAH en trend mot lavere konsentrasjoner utover fjorden (DNV, 1995; NIVA, 1986; COWI, 2016).

PAH-forbindelser er vurdert til å være det mest vesentlige bidraget fra ENK AS til forurensningstilstanden i Fedafjorden (COWI, 2021). Dagens drift bidrar fortsatt med noe utslipp av PAH til fjorden via prosessvannet, men aktuelle utslippkonsentrasjoner vil trolig ikke forårsake PAH-konsentrasjoner over tilstandsklasse II i sedimentene (COWI, 2021). Det er derfor grunn til å tro at de høye konsentrasjonene av PAH i sedimentene i stor grad kan knyttes til utslipp fra før installasjon av renseanlegg i 1990.

## 6.10 Miljøgifter i prosessvann

En registrert økning av kobberutslipp i 2020 sammenlignet med foregående år førte til at det i 2021 ble gjort en vurdering av utslipp av kobber via prosessvannet fra verket (COWI, 2021). I denne vurderingen ble det sett på hvordan estimert kobberutslipp for 2021 vil påvirke Indrevika og det anbefales å følge opp med vannprøver i resipient for å avklare eventuell påvirkning. For å få ett bedre datagrunnlag ble det da også foreslått å plassere ut semipermeable membraner (passive prøvetakere) i resipient, ta vannprøver og måle partikkelstørrelsesfordeling (PSD) i Kvina og i utslippene.

I forbindelse med overvåking i 2022 (denne rapporten) er det tatt vannprøver fra P0 og P66 (Figur 8) som er analysert for kobber og cyanid for å undersøke påvirkning av prosessvann i resipienten, og det er gjort PSD av partikler i vannprøver fra resipient og prosessvann (kap. 6.10.1).

Tabell 28 viser gjennomsnitt av vannprøver tatt ved posisjon P0 og P66. Resultatene viser at kobberkonsentrasjonen (Cu) er tilsvarende tilstandsklasse II for overflatevann (2m) ved P0 (nærmest utslippet) og P66, mens den er i klasse I for blandprøven av 0-15 meter dyp ved P0.

*Tabell 28 Cyanid og metaller i vannprøver fra posisjon P0 og P66. Ved P0 er det målt på 2m og gjennomsnitt av 0-15 m vanndyp, mens det på posisjon P66 er målt gjennomsnitt av 2 m vanndyp. Data er gjennomsnitt av prøver tatt 14.03.22, 16.05.22 og 17.01.23. Klassifisering av metaller er i henhold til Miljødirektoratets Veileder M608/2016 rev. 202. Metallverdier under nedre deteksjonsgrense gitt halve LOQ verdien i klassifiseringen.*

Prøve	Dyp	Cyanid, lett tilgjengelig	Cyanid, fri	Cyanid, total	Fosfor						
	(m)	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
P0	2	<0,005	<0,005	<5	<40						
P0	0-10-15	<0,005	<0,005	<5	<40						
P66	2	<0,005	<0,005	5	<40						

Prøve	Dyp	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg	Fe	Mn	PAH16
	(m)	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
P0	2	0,049133	0,4013	1,9157	5,48	4,1347	46,03	<0,002	10,43	5,865	<0,095
P0	0-10-15	0,064933	0,1363	0,394	1,57	1,0473	9,007	0,001	4,705	5,57	<0,095
P66	2	0,0669	0,144	0,6303	1,545	1,8127	15,51	0,001	13,19	3,637	<0,095

Cyanidkonsentrasjonene er lave (<0,005 mg/l) for lett tilgjengelig og fritt cyanid, mens det er målt totalt cyanid med gjennomsnitt på 5 µg/l ved P66 (<5 µg/l, 10 µg/l og <5 µg/l for de tre måletidspunktene). Total cyanid er ikke en veldefinert kjemisk forbindelse og det finnes kun grenseverdi for fritt cyanid i vann. Ved av konsekvensutredning av cyanidutslipp fra ENK i Fedafjorden (COWI, 2017) ble det beregnet grenseverdier på 1 µg/l for fritt cyanid og 5 µg/l for total cyanid basert på gjeldende grenseverdier for fritt cyanid i EU og USA og analyse av at ca. 21% av total cyanid foreligger som fritt cyanid i utslippsvannet.

Verdiene for cyanid målt i vannprøvene fra Fedafjorden er under nedre deteksjonsgrense på 0,005 mg/l (5 µg/l) og dermed under disse grenseverdiene, med unntak av total cyanid målt ved P66 hvor gjennomsnittet av tre målinger ligger på grenseverdien. Gjennomsnittet trekkes opp av måling 16.05.22 på 10 µg/l. I utslippsvannet fra Kvinesdal foreligger mesteparten av cyanid bundet som et jerncyanidkompleks (Hexacyanoferrat (COWI, 2017). Hexacyanoferrat er

en meget stabil forbindelse, som kun langsomt fraspalter fri cyanid, først og fremst under påvirkning av UV-lys. Fraspalting av fri cyanid er derfor størst ved vannoverflaten, hvor UV-lyset har effekt. Ved vannoverflaten avgis også cyanid forholdsvis raskt som HCN til atmosfæren. Trolig er cyanidkonsentrasjonen ved P66 bundet til stabilt Hexacyanoferrat, mens fritt cyanid ved vannoverflaten er avgitt til atmosfæren og resulterer i lave konsentrasjoner i overflatevannet ved PO. Målinger av prosessvannet har vist konsentrasjon på 6500 µg/l total cyanid. Stasjon P66 ligger 66 meter fra utslippet og det er beregnet at cyanid fra prosessvannet vil være fortynnet under 1 µg/l ved dette punktet (COWI 2017). Noe forhøyet konsentrasjon ved P66, som i utgangspunktet skal ligge utenfor påvirkningen av prosessvannet, samtidig som P= gir konsentrasjon under grenseverdien kan indikere at cyanidkonsentrasjonen i her ikke er direkte knyttet til utslippet.

### 6.10.1 Partikkelstørrelsesfordeling (PSD)

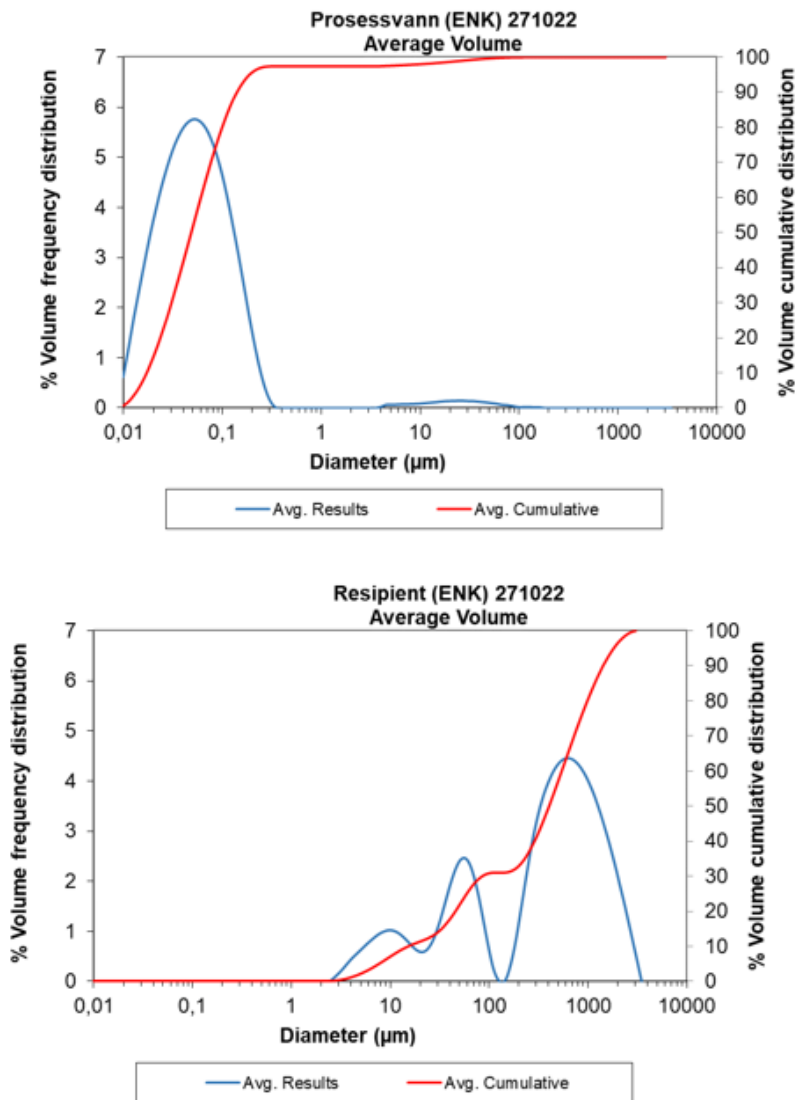
Analysedata fra PSD indikerer at det er svært lite tørrstoff i prøvene (lav partikkelkonsentrasjon) og at analyseresultatene derfor er usikre (Tabell 29). I tillegg viser resultatene av prosessvann at partikkelstørrelsene i prøven ligger helt i grenselandet av hva som er mulig å måle med instrumentet som er brukt (Mastersizer 3000 laser diff.) Median verdien (D50) for partikler i prosessvannet er på 0,06 µm mens nedre målegrense på instrumentet er 0,01 µm. Den lave konsentrasjonen gjør det også svært utfordrende å sette riktige innstillinger for målingene (optiske parametere) instrumentet, og man risikerer store usikkerheter spesielt i yttergrensene av målespekteret (dvs. under ca. 2 µm og over 2mm). Alt i alt er det derfor store usikkerheter knyttet til disse målingene og de bør tolkes med varsomhet. Resultatene for prosessvann viser en bimodal fordeling i volumprosent der den fineste fraksjonen ligger under 0,2 µm mens det er en liten økning mellom ca. 2 og 100 µm (Figur 15). For prøven fra resipient er det en trimodal fordeling med topper på ca. 10 µm, 40 µm og rundt 1000 µm (Figur 15).

Ser vi på distribusjonen av antall partikler (Figur 16) ser vi imidlertid at de høyeste verdiene faller bort, og det er kun en topp på rundt 5 µm for resipient. Dette indikerer at de grovere kornstørrelsene i volumfordelingen er et resultat av lav prøvekonsentrasjon.

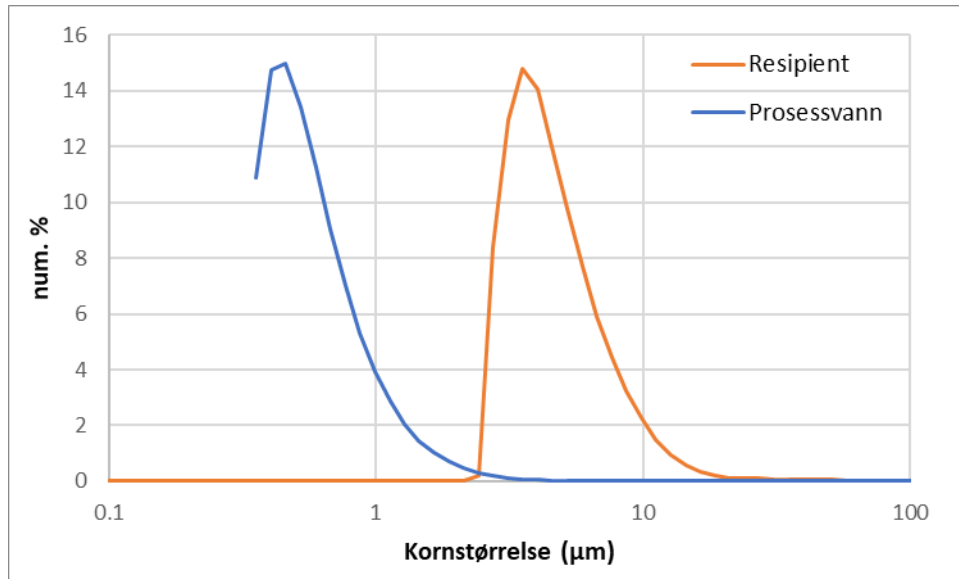
De store usikkerhetene i resultatene gjør at det ikke bør trekkes konklusjoner på dette datasettet alene, men om det likevel skal tolkes noe ut av dette indikerer resultatene finere kornstørrelser i prosessvannet enn i resipienten. Partikkelkonsentrasjonen i prosessvannet er tilnærmet lik null, og det som detekteres er i leirfraksjonen (<2 µm). Selv om vi ser bort i fra den groveste kornstørrelsesfraksjonen i resipienten indikerer resultatene at denne er generelt grovere og det er ikke registrert partikler i leirfraksjonen i denne prøven.

Tabell 29 Oppsummerte partikkelstørrelsesdata for prosessvann og resipient.

Prøve	10. persentil D <sub>10</sub>	Median D <sub>50</sub>	90. persentil D <sub>90</sub>	Partikkel- konsentrasjon	Total antall
enhet	(µm)	(µm)	(µm)	(µl/l)	antall
Prosessvann	0,0196	0,05548	0,1618	0,00134	9,5E+8
Resipient	18	464	1632	0,000018	0,570



Figur 15 Partikkelstørrelsesfordeling i vannprøver fra prosessvann (øverst) og resipient (nederst). Data er presentert som volumetrisk frekvensfordeling (vol. %) og kumulativ volumprosent.



Figur 16 Partikkelstørrelsesfordeling av antall partikler (num %) i vannprøver fra resipient og prosessvann.

## 7 Oppsummering og vurderinger av videre overvåking

Konsentrasjoner av miljøgifter i sedimentene i Fedafjorden er tilsvarende tidligere overvåkingsresultater, med en klar avtagende trend i både metaller og PAH utover i fjorden. Høyere konsentrasjoner av PAH i sedimentene enn det som er registrert i prosessvannet fra ENK AS tyder på påvirkning av gammelt forurenset sediment i Indrevika. Konsentrasjonen av kobber og kvikksølv i sedimentene i Indrevika er målt noe høyere i 2022 enn i 2015, men dette skyldes trolig naturlige variasjoner på sjøbunnen. Vannprøvene ved P0 og P66 indikerer ikke at prosessvannet fører til den høye konsentrasjonen av kobber og kvikksølv. Vannmassene utenfor utløpet har kobber i TK I og II, og dette kan tyde på at remobilisering av gammelt sediment er en større bidragsyter til høyt kobber og kvikksølv nivå i sedimentene enn nytt utslipp til fjorden.

Analyse av partikkeldistribusjonen i vannprøver fra prosessvann er usikker pga. lav partikkelkonsentrasjon i prøvene, men resultatene indikerer en grovere partikkelsammensetning i resipienten enn i prosessvannet. Dette indikerer at det er en tilførsel av grovere materiale til Fedafjorden enn det som kommer med prosessvannet. Antageligvis kommer denne grovere fraksjonen via avrenning fra land og med Kvina, men kan også skyldes remobilisering av sediment på sjøbunnen (ref. overvåkingsrapport Indrevika 2022).

Tilstanden for bløtbunnsfaunaen virker til å være forbedret sammenlignet med undersøkelsene utført i 2015 og 2016. Referansestasjonen, B3, ble klassifisert i tilstandsklasse 1 (svært god), mens stasjon B1, B2 og B4 var i tilstandsklasse 2 (god). Det eneste unntaket var stasjon B5 i tilstandsklasse 3. Stasjonens plassering tilsier at den er mest utsatt for eksisterende utslipp, men sedimentene her var også sterkt påvirket av gamle utslipp fra treverksindustrien.

Blåskjellene som ble eksponert viste en reduksjon i PAH-16 fra forrige undersøkelse. Noen av metallene har økt. For de vannregionspesifikke stoffene klassifiseres tilstanden som god basert på benzo(a)antracen. Kjemisk tilstand klassifiseres som ikke god basert på EQS-verdier for stasjon F6, og F9\_10, men som god ved stasjon F12 dersom man ser bort fra kvikksølvanalysen som var høyere i den nedfryste referanseprøven som ikke ble eksponert.

Basert på resultatene fra **denne overvåkingen alene** oppnår ikke vannforekomsten Fedafjorden-indre (0201020301-C) god økologisk eller kjemisk tilstand. Fedafjorden-ytre (0201020302-C) oppnår god økologisk tilstand basert på bløtbunnsfauna fra to stasjoner og blåskjellprøve, men oppnår ikke god kjemisk tilstand.

### 7.1 Vurdering av videre overvåking

Ifølge overvåkingsprogrammet skal det etter overvåking i 2022 vurderes om ekstra undersøkelser skal videreføres til fremtidige overvåkinger. Resultatene fra vannprøvene ved P0 og P66 gav ikke klare utslag på at prosessvannet som slippes ut har en påvirkning på kobber og cyanidkonsentrasjonen i Fedafjorden. Dette er imidlertid kun basert på to måletidspunkt målt ved tre tidspunkt i 2022/23, og hyppigere målinger over en lengre periode vil kunne gi mer representative data. For gjennomsnittsmåling av kobber over tid ble passiv prøvetaker som DGT (Diffusive Gradients in Thin films) vurdert, men ettersom DGT kun fanger opp metaller ble det ikke brukt passive prøvetakere. Eramet har en jevn produksjon, og stikkprøver fra resipient ble derfor vurdert som tilstrekkelig.

Partikkelstørrelsesanalysene viste at det er utfordrende å måle partikkelstørrelsesfordeling (PSD) i vannprøver fra prosessvannet og resipienten. De målte prøvene hadde lav partikkelkonsentrasjon, og det er usikkerhet knyttet til hvor representative disse målingene er. PSD kan imidlertid være et nyttig verktøy for å undersøke kildeområde for ulike kornstørrelsesfraksjoner, og dermed også kilde for miljøgifter. Om PSD skal videreføres anbefales det å endre analysemetoden til en metode som er mer sensitiv for små partikkelkonsentrasjoner.

## 8 Referanser

- COWI. (2010). *Fedafjorden. Miljøundersøkelse 2010 og Trinn 1 Risikovurdering. Renere Listerfjorder 2010.*
- COWI. (2014). *Tiltaksrettede undersøkelser i Fedafjorden 2013. Rene Listerfjorder.*
- COWI. (2016). *Tiltaksovervåking Fedafjorden 2015. Rap.nr. A068700.*
- COWI. (2017). *Overvåking blåskjell og bløtbunnsfauna - Fedafjorden 2016. Rap.nr. A089702-001.*
- COWI. (2017). *Utvidede beregninger for cyanid, ERAMET Kvinesdal.*
- COWI. (2019). *Tiltaksovervåking Fedafjorden 2019.*
- COWI. (2020). *Tilstandsrapport - Fase 2.*
- COWI. (2021). *Revidert overvåkingsprogram for Fedafjorden. Rap.nr. A234975-001.*
- COWI. (2021). *Tiltaksovervåking Fedafjorden 2020. Rap.nr. A135041-001.*
- Direktoratsgruppen for vanndirektivet. (2018). *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2018.* Direktoratgruppen for vanndirektivet.
- DNV. (1995). *Resipientundersøkelse i Fedafjorden 1994. Miljøgifter i sediment og organismer. Rapport nr 95-3515.*
- Miljødirektoratet. (2020). *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota - revidert 30.10.2020. Veileder M-608.*
- Miljødirektoratet. (2022). *Tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven for Eramet Norway AS Kvinesdal. Tillatelsesnr. 2017.0217.T, sist endret 14.12.2022.*
- NIVA. (1986). *Undersøkelser i Fedafjorden 1984-1985. Delrapport 1. Sedimenter og Bløtbunnsfauna.* Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 214/86.
- NIVA. (1986). *Undersøkelser i Fedafjorden 1984-1985. Sedimenter og Bløtbunnsfauna. Statlig program for forurensningsovervåking. Rap.nr. 214/86.*
- NIVA. (2016). *Utslipp av overvann fra Eramet Norway i Kvinesdal. Rapport L.nr. 7072-2016.*
- SFT. (1997). *Veiledning 97:03. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. TA 1467:1997.*
- Vann-nett. (2023). [www.vann-nett.no](http://www.vann-nett.no).