

MAI 2019  
LYNGDAL KOMMUNE

# RESIPIENTUNDERSØKELSE ROSFJORDEN

FAGRAPPOR



ADRESSE COWI AS

Otto Nielsens veg 12  
Postboks 4220 Torgarden  
7436 Trondheim  
Norge

TLF +47 02694

WWW [cowi.com](http://cowi.com)

MAI 2019  
LYNGDAL KOMMUNE

# RESIPIENTUNDERSØKELSE ROSFJORDEN

FAGRAPPOR

PROSJEKTNR.

A112585

RAPPORTNR.

01

VERSJON

02

UTGIVELSES DATO

30.5.2019

UTARBEIDET

site

KONTROLLERT

jkdn

GODKJENT

armi



## SAMMENDRAG

COWI AS har på vegne av Lyngdal kommune utført en resipientundersøkelse i Rosfjorden. Undersøkelsen er utført i forbindelse med søknad om etablering av nytt renseanlegg i tilknytning til eksisterende anlegg i Lyngdal sentrum. Undersøkelsen skal vurdere i hvor stor grad det pågående utslippet påvirker vannforekomstens økologiske og kjemiske tilstand.

Resipientundersøkelsen består av innsamling av bløtbunnsfauna, sediment, fysisk kjemiske parametere i vann, planteplankton (klorofyll-a), blåskjell og termotolerante koliforme bakterier.

Undersøkelsene av bløtbunnsfauna tilsier «god» økologisk tilstand. Arter som er tolerante mot høy belastning av næringsstoffer og/eller forurensninger dominerer, men det er også påvist følsomme arter med et mindre antall individer. Ved en stasjon ligger klassifiseringen nært grensen til «moderat» tilstand. Graden av organisk belastning tilsvarer «moderat» til «dårlig» tilstand ved fire av seks stasjoner. Miljøstatus i sedimentene er hovedsakelig styrt av innholdet av enkeltforbindelser av PAH, men også konsentrasjoner av kvikksølv, kadmium og tributyltinn (TBT). I prøvene av blåskjell er det dokumentert forhøyede konsentrasjoner av sum PAH-16 ved fire av fem stasjoner. Resultatene indikerer «svært dårlig» tilstand for total-fosfor i vinterperioden. Innholdet av TKB indikerer gode forhold. Hydrografiske data viser at sprangsjiktet ligger mellom 10-20 meter i oktober, og ved 40-50 meter i mars. Konsentrasjonen av oksygen i bunnvannet er i størrelsesorden 5-7 ml/L O<sub>2</sub>.

I henhold til Veileder 02:2018 (Miljødirektoratet, 2018) vil vannforekomsten klassifiseres som «moderat» økologisk tilstand basert på resultater for bløtbunnsfauna og de indikative verdiene for total fosfor. Kjemisk tilstand vil basert på sedimentundersøkelsene klassifiseres som «ikke god». Miljømålet for naturlige vannforekomster er at overflatevann oppnår minst god økologisk og kjemisk tilstand innen 2021.

## INNHOOLD

1	Innledning	7
1.1	Bakgrunn	7
1.2	Lyngdal sentrum renseanlegg	7
1.3	Områdebeskrivelse	8
2	Overvåkingsprogram	10
3	Metodikk	12
3.1	Feltarbeid	12
3.2	Feltmetodikk	12
3.3	Klassifisering	14
4	Resultater	18
4.1	Bløtbunnsfauna	18
4.2	Kjemisk tilstand i sediment	21
4.3	Blåskjell	22
4.4	Planteplankton (klorofyll-a)	23
4.5	Fysisk-kjemiske støtteparametere	23
4.6	Termotolerante koliforme bakterier	26
4.7	Oppsummering	26
4.8	Konklusjon	27
5	Referanser	29

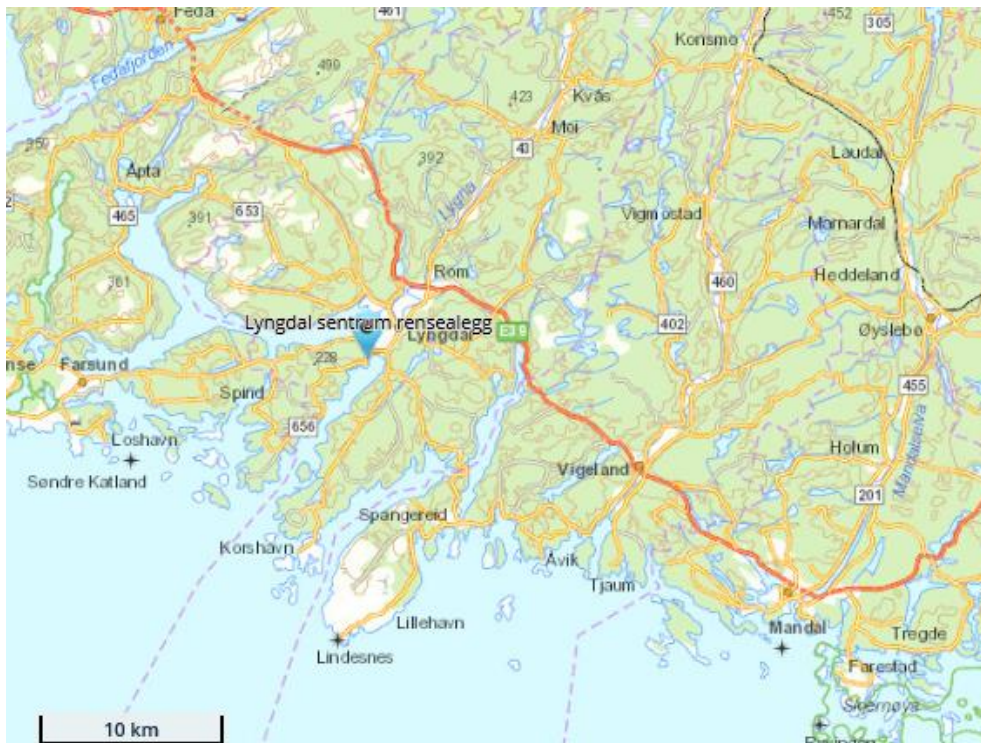
## VEDLEGG

1	Analyserapporter
2	Bløtbunnsfauna - artsliste
3	Fysisk-kjemiske parametere i vann

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Lyngdal sentrum kommunale renseanlegg ligger ved Holmsundet innerst i Rosfjorden, se Figur 1. I forbindelse med søknad om etablering av nytt anlegg er kommunen pålagt å gjennomføre en resipientundersøkelse. Det nye anlegget skal bygges nært det gamle, og samme utløpsledning skal benyttes. Utvidelsen vil øke kapasiteten til 16 000-18 000 PE. For oversiktskart, se Figur 1.



Figur 1 Oversiktskart for Rosfjorden, der plassering av renseanlegget er merket med blå pinne. Kilde: kystinfo.no.

COWI AS har på oppdrag fra kommunen utarbeidet et overvåkingsprogram. Den foreliggende rapporten dokumenterer disse undersøkelsene. Undersøkelsene skal vurdere i hvor stor grad det pågående utslippet påvirker vannforekomstens økologiske og kjemiske tilstand.

## 1.2 Lyngdal sentrum renseanlegg

Anlegget har vært i drift siden 1998 og håndterer avløp fra 6 000 PE. Det er mekanisk rensing ved sil/rist. Utslippsledningen strekker seg ca. 150 m fra land med utslipp på 40 m dyp, plassering fremgår av Figur 2.



Figur 2 Plassering av utløpsledning fra reanseanlegget, dybde 40 m.

Oversikt over utslippsmengder er gitt i Figur 2 (Norske utslipp, 2018).

Tabell 1 Utslippstall fra Sentrum Lyngdal reanseanlegg (Norske utslipp, 2018)

Parametere	Enhet	2015	2016	2017
Nitrogen, totalt	tonn			26.31
Biokjemisk oksygenforbruk (BOF), 5 døgn	tonn	108.48	120	116.79
Fosfor, total	tonn			3.95
Suspendert stoff	tonn	129.53	127	136.02

## 1.3 Områdebeskrivelse

### 1.3.1 Vannforekomst

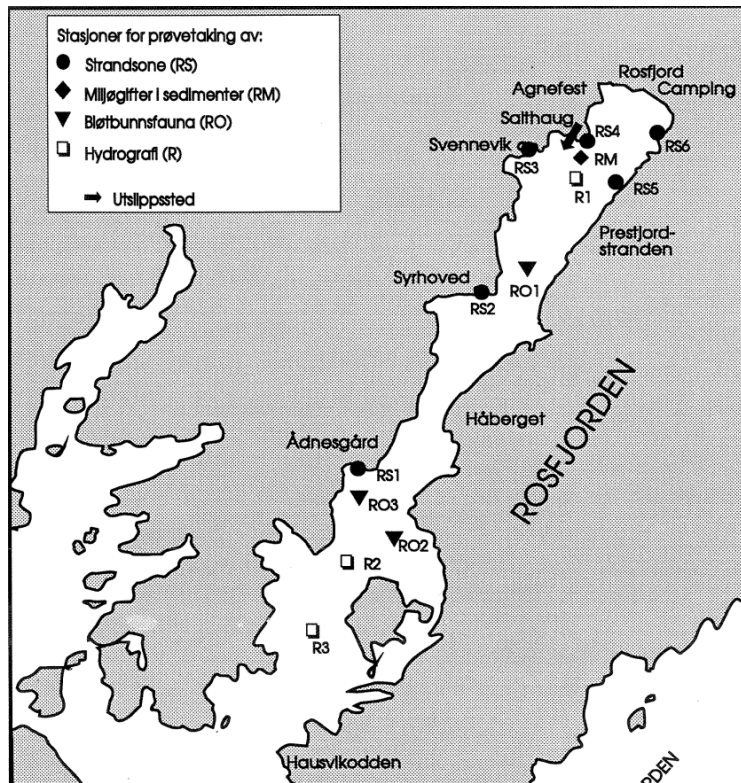
Rosfjorden tilhører «mindre følsomt område» i henhold til forurensningsforskriften kapittel 11, vedlegg 1. Dette er områder der utslipp av avløpsvann ikke har skadevirkninger på miljøet på grunn av områdets morfologi, hydrologi eller særskilte hydrauliske forhold.

Vannforekomst Rosfjorden 0201010300-C, er klassifisert som en ferskvannspåvirket beskyttet fjord (Vann-nett, 2018) innenfor økoregion Nordsjøen Sør. Fjordens økologiske tilstand er klassifisert som "moderat". Kjemisk tilstand er ukjent. Påvirkningsgraden fra punktutslipp industri og reanseanlegg er ukjent. Tidevannspåvirkning er mindre enn 1 m, vannsøylen er delvis blandet, oppholdstid for bunnvann er moderat (uker) og strømhastighet (moderat 1-3 knop).



### 1.3.2 Historiske undersøkelser

Tidligere undersøkelser av bløtbunnsfauna i Rosfjorden, for stasjoner se Figur 3, påviste høyt artsmangfold og -sammensetning (NIVA,1992). Faunasammensetningen var tilsvarende i nærliggende sjøområder.



Figur 3 Rosfjorden med prøvetasjoner i 1992 (NIVA, 1992).

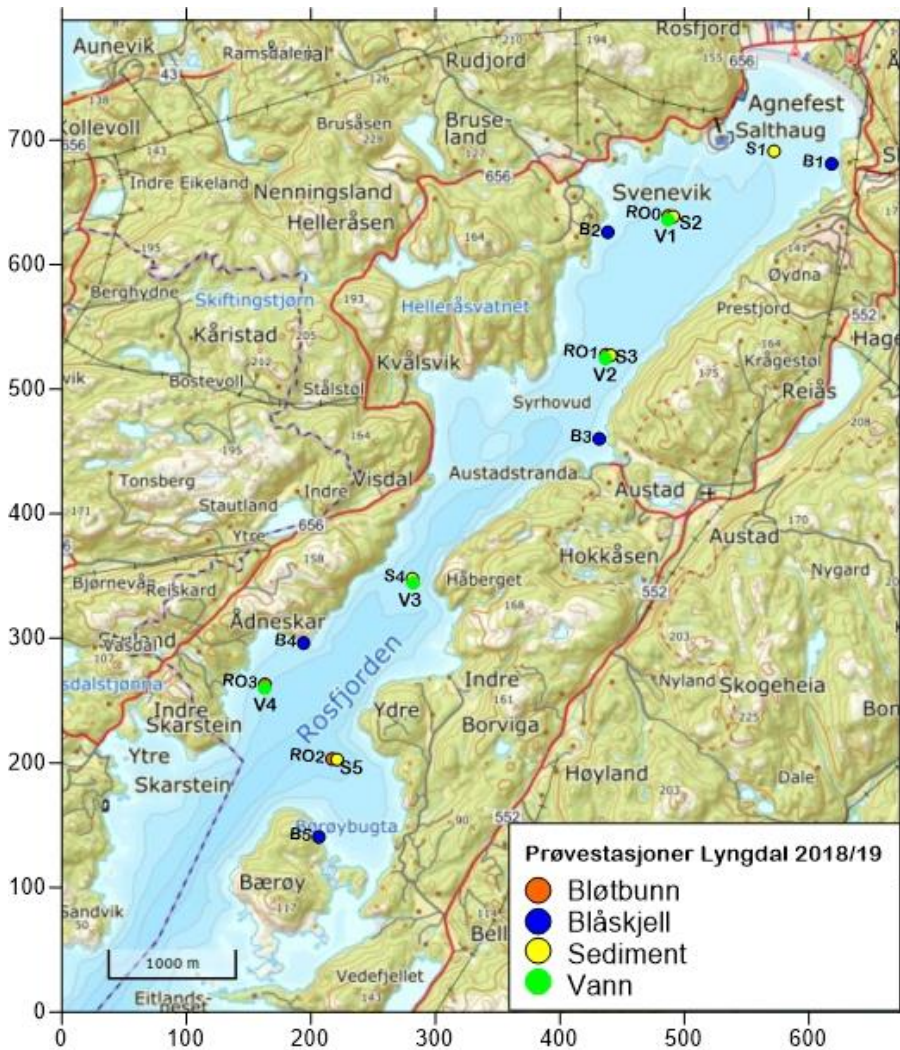
Totalt vannvolum mellom 0-50 m dyp i Rosfjorden er beregnet til  $380 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (Brockmann m.fl., 1981). I følge undersøkelsen er 70% av fjordens bunnareal grunnere enn 50 m. Vinterstid ble det påvist total vannfornyelse i øvre 50 m fem ganger på 30 dager, dvs. ca.  $1900 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  vann på 30 døgn eller  $730 \text{ m}^3/\text{s}$ . I juni-august i 1992 var vannutskiftningen mellom 0-30 m på ca.  $500 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Strømbobservasjoner innerst i fjorden fra ca. 2 m dyp viste dominerende strømretninger i øst/vest-retning og relativt lite strøm mot sør. Strømretningen følger land. Strømhastigheten varierer mellom 3-9 cm/s, med maksimal hastighet på 32 cm/s (varighet ca. 3 timer). På ca. 12 m dyp var strømretningen omtrent som på 2 m dyp, men noe mer strøm mot sør og noe mindre mot vest. Strømhastigheten var gjennomgående lavere, mellom 1,5-4,3 m/s, og med maksimal strømhastighet på 18 m/s. Strømmen var størst i forbindelse med vannfornyelser.

## 2 Overvåkingsprogram

Overvåkingsprogrammet er utformet med utgangspunkt i EUS avløpsdirektiv (Miljødirektoratet, 2005) og Vannforskriftens Veileder 02:2013, rev. 2015 (Miljødirektoratet, 2015). For klassifisering er Veileder 02:2018 benyttet (Miljødirektoratet, 2018).

Stasjonenes plassering er vist i Figur 4.



Figur 4 Plassering av sediment-, blåskjell-, vann- og bløtbunnsfaunastasjoner.

Undersøkelser av miljøgifter i sediment er viktig for fastsettelse av kjemisk tilstand. For å overvåke tidstrender må det tas sediment i snitt fra kjerneprøver, eller prøveta overflatesediment (0-1 cm) i intervaller beregnet etter akkumulasjonsrate på stedet. Biota som overvåkingsmatriks kan fungere godt for dette formålet, men har ulik egnethet for oppkonsentrering av ulike stoffer. Målinger av næringssaltkonsentrasjoner gir informasjon om endringer i næringssaltstatus. Bløtbunnsfauna påvirkes av eutrofiering, organisk belastning og sedimentering, mens makroalger og planteplankton i all hovedsak gir informasjon om eutrofiering.

Informasjon om matriks, kvalitetselementer, frekvens, tidspunkt for innsamling av prøver og antall stasjoner er gitt i Tabell 2.

Tabell 2 Oversikt over overvåkingsprogrammet.

Matriks	Kvalitetselementer	Parameter	Frekvens	Dato	Stasjoner
Sjøvann	Fysiske parametere	Salinitet, temperatur, oksygen, siktedyp	8	18.9, 3.10, 24.10 (2018)	4
	Kjemiske parametere, støtteparametere	Ammonium, nitrat, fosfat, totalt fosfor, totalt nitrogen			4
	Bakterier	Termotolerante koliforme bakterier		15.1, 5.2, 13.2, 27.2, 11.3 (2019)	4
	Planteplankton – biomasse	Klorofyll-a			4
Bløtbunnsfauna og sediment	EUs prioriterte miljøgifter, vannregionspesifikke stoffer	Kobber, sink, bly, kadmium, kvikksølv, arsen, krom, nikkel, mangan, PCB-7, PAH-16	1	24.-25.10	5
	Fysisk/kjemiske parametere	Kornfordeling organisk karbon, vanninnhold	1	24.-25.10	5
	Bløtbunnsfauna	NQ11, ES(100), H', NSI, ISI	1	24.-25.10	4
Blåskjell	EUs prioriterte miljøgifter, vannregionspesifikke stoffer	Kobber, sink, bly, kadmium, kvikksølv, krom, nikkel, arsen, mangan, Sum PCB, Sum PAH	1	25.10	5

## 3 Metodikk

### 3.1 Feltarbeid

Prøvetaking ble utført med båt fra Skjærgårdstjenesten og personell fra COWI. For detaljer, se Tabell 2.

#### 3.1.1 Utstyr

Bløtbunnsprøver for analyse av bløtbunnsfauna og miljøgifter i sediment, ble innhentet med van Veen grabb, med et prøvetakingsareal på 0,1 m<sup>2</sup>. Hydrografiske data samt klorofyll-a-fluorescens ble målt ved bruk av YSI EXO-3 CTD. Vannprøver ble innhentet med en Ruttner 1,7L vannprøvetaker av typen KC Denmark. Siktedyp er målt med secchi-skive, 20 cm i diameter.

#### 3.1.2 Analyser

Fysiske- og kjemiske analyser av sediment, biota og vannkvalitetsparametere er foretatt ved ALS Laboratory Group AS. Bløtbunnsanalyser er utført av Medins Havs- og Vattenkonsulter AB. Alle analyser med unntak for klorofyll-a og TKB i vannprøver, er utført akkreditert. Metodikk benyttet ved analyser er gitt i analyserapportene fra laboratoriene, se Vedlegg 1.

## 3.2 Feltmetodikk

### 3.2.1 Bløtbunn

Prøvetaking, artsbestemmelse og databehandling ble utført i henhold til ISO 16665:13 (Standard Norge, 2013) og Medins akkrediterte metoder. Beregning av indekser er utført av Medins.

Fra hver stasjon ble det tatt tre parallelle prøver. En grabbprøve ble vasket gjennom sikter med hullstørrelse 5 mm, deretter 1 mm. Restmaterialet ble overført til plastbøtter, dobbeltmerket, tilsatt fargestoffet rosebengal og konserverert i etanol for videre bearbeidelse i laboratoriet.

Bløtbunnsprøver ble vasket i laboratoriet for å fjerne formalin og gjenværende finkornet sediment. Materialet ble grovsortert under lupe, og samtlige dyr plukket ut, sortert i hovedgrupper og overført til etanol med påfølgende artsbestemmelse.

GPS-posisjoner er gitt i Tabell 3.

Tabell 3 GPS-posisjoner bløtbunn.

Stasjon	Posisjon WGS84 sone 32V	Dyp (m)
RO0	Ø384355 N6442832	66
RO1	Ø383984 N6441696	98
RO2	Ø382187 N6438308	141
RO3	Ø381600 N6438834	100

### 3.2.2 Sediment

Innsamling av sediment er utført etter ISO 5667-19:2004 (Standard Norge, 2004). Prøver for kjemisk analyse er fra øvre fem cm av overflatesedimentet. Sediment for analyser av total organisk karbon og total-nitrogen er fra 0-2 cm. Kornfordeling ble analysert fra prøver fra øvre fem cm av sedimentene.

GPS-posisjoner er gitt i Tabell 4.

Tabell 4 GPS-posisjoner sediment.

Stasjon	Koordinater WGS84 sone 32V	Dyp (m)
S1	Ø385126 N6443428	35
S2 (RO0)	Ø384355 N6442832	66
S3 (RO1)	Ø383984 N6441696	98
S4	Ø382662 N6439783	137
S5 (RO2)	Ø382187 N6438308	141

### 3.2.3 Blåskjell

Metodikk for prøvetaking følger OSPAR (OSPAR, 2012). Det ble samlet inn minimum 20 blåskjell med skall-lengde 3-7 cm per stasjon. Skjellene ble oversendt nedfrosset med skall for opparbeiding ved laboratoriet. Det er analysert en blandprøve per stasjon.

GPS-posisjoner er gitt i Tabell 5.

Tabell 5 GPS-posisjoner blåskjell.

Stasjon	Posisjon WGS84 sone 32V
B1	Ø385705 N6443443
B2	Ø383692 N6442888
B3	Ø383970 N6440766
B4	Ø381285 N6438685
B5	Ø382600 N6438327



### 3.2.4 Vann

Innsamling av vannprøver for analyse av næringsalter er utført i henhold til ISO 5667-9:1992 (Standard Norge, 1992). Prøvene er tatt ved 1 m, 5 m og 10 m.

Plantep plankton er innsamlet som vannprøve fra en meters dybde. Prøver for påvisning av termotolerante koliforme bakterier ble innhentet fra fem meters dybde høst 2018, og endret til 1 m dybde i henhold til veileder, vinteren 2019. Vannprøver ble etter innhenting oppbevart kjølig under toktet, og levert laboratorium for analyse innenfor tidskrav for de respektive analyser.

Siktdyp er målt ved å senke en secchi-skive langsomt ned i vannet, og notere avstanden fra havoverflaten til punktet hvor skiven forsvinner ut av syne.

GPS-posisjoner er gitt i Tabell 6.

Tabell 6 GPS-posisjoner vannprøver

Stasjon	Koordinater WGS84 sone 32V	Dyp (m)
V1	Ø384355 N6442832	35
V2	Ø383984 N6441696	66
V3	Ø382672 N6439783	98
V4	Ø381600 N6438834	137

## 3.3 Klassifisering

### 3.3.1 Bløtbunnsfauna

Den økologiske situasjonen i et område baserer seg på beregninger av indekser som ligger til grunn for klassifisering etter Veileder 02:2018 (Miljødirektoratet, 2018). Rosfjorden tilhører vanntype N4. Benyttede indekser og tilstandsklasser er gitt i Tabell 7.

I klassifiseringssystemet inngår (1) sammensatt indeks NQI1 (arts mangfold og ømfintlighet), (2) H<sup>1</sup> og ES<sub>100</sub> (arts mangfold) og NSI og ISI<sub>2012</sub> (ømfintlighet). Tilstandsklassen bestemmes av gjennomsnittet av de normaliserte indeksverdiene, og presenteres som 'NEQR stasjon' og 'grabb-gjennomsnittet' (Miljødirektoratet, 2018).

Tabell 7 Klassegrenser for bløtbunnsfauna. Grenseverdiene gjelder for grabb-gjennomsnittet (Miljødirektoratet, 2018)

Indeks	Type	Tilstandsklasse vanntype N4				
		1 Svært god	2 God	3 Moderat	4 Dårlig	5 Svært dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,72	0,72-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H <sup>1</sup>	Arts mangfold	5,9-3,9	3,9-3,1	3,1-2	2-0,9	0,9-0
ES <sub>100</sub>	Arts mangfold	52-26	26-18	18-10	10-5	5-0
ISI <sub>2012</sub>	Ømfintlighet	13,1-8,5	8,5-7,6	7,6-6,3	6,3-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	29-24	24-19	19-14	14-10	10-0

### 3.3.2 Total organisk karbon

Støtteparameteren normalisert total organisk karbon (TOC) er basert på innholdet av organisk materiale og kornfordelingsparameteren <63µm. Klassifiseringstabellen etter Veileder 02:2018 (Miljødirektoratet, 2018) er gitt i Tabell 8.

Tabell 8 Klassegrenser for normalisert organisk karbon etter Veileder 02:2018 (Miljødirektoratet, 2018).

Parameter		Tilstandsklasse				
		1 Svært god	2 God	3 Mindre god	4 Dårlig	5 Svært dårlig
TOC <sub>63</sub>	Organisk karbon (mg/g) korrigert for finstoff	0-20	20-27	27-34	34-41	41-200

### 3.3.3 Sediment

Sedimenter er analysert med hensyn på miljøgifter og klassifisert etter Veileder 02:2018 (Miljødirektoratet, 2018). For tributyltinn (TBT) er effektbaserte klassegrenser svært lave i forhold til hva som kan måles på kommersielle laboratorier. Forvaltningsmessige klassegrenser etter TA-2229/2007 (Miljødirektoratet, 2007), er derfor benyttet i klassifiseringen.

For en oversikt over de ulike parameterens klassegrenser, se Tabell 9.

Tabell 9 Klassegrenser med fargekoder for miljøgifter i sedimenter etter Veileder 02:2018 (Miljødirektoratet, 2018).

Parameter	Enhet	Tilstandsklasse				
		1 Meget god	2 God	3 Mindre god	4 Dårlig	5 Meget dårlig
Arsen	mg/kg TS	0-15	15-18	18-71	71-580	>580
Bly	mg/kg TS	0-25	25-150	150-1480	1480-2000	2000-2500
Kadmium	mg/kg TS	0-0,2	0,2-2,5	2,5-16	16-157	>157
Kobber	mg/kg TS	0-20	84		84-147	>147
Krom	mg/kg TS	0-60	60-660	660-6000	6000-15500	15500-25000
Kvikksølv	mg/kg TS	0-0,05	0,05-0,52	0,52-0,75	0,75-1,45	>1,45
Nikkel	mg/kg TS	0-30	30-42	42-271	271-533	>533
Sink	mg/kg TS	0-90	90-139	139-750	750-6690	>6690
Naftalen	µg/kg TS	0-2	2-27	27-1754	1754-8769	>8769
Acenaftylene	µg/kg TS	0-1,6	1,6-33	33-85	85-8500	>8500
Acenaften	µg/kg TS	0-2,4	2,4-96	96-195	195-19500	>19500
Fluoren	µg/kg TS	0-6,8	6,8-150	150-694	694-34700	>34700
Fenantren	µg/kg TS	0-6,8	6,8-780	780-2500	2500-25000	>25000
Antracen	µg/kg TS	0-1,2	1,2-4,6	4,6-30	30-295	>295
Fluoranten	µg/kg TS	0-8	400		400-2000	>2000
Pyren	µg/kg TS	0-5,2	5,2-84	84-840	840-8400	>8400
Benzo(a)antracen	µg/kg TS	0-3,6	3,6-60	60-501	501-50100	>50100
Krysen	µg/kg TS	0-4,4	280		280-2800	>2800
Benzo(b)fluoranten	µg/kg TS	0-90	140		140-10600	>10600
Benzo(k)fluoranten	µg/kg TS	90	135		135-7400	>7400
Benzo(a)pyren	µg/kg TS	0-6	6-183	183-230	230-13100	>13100
Indeno(1,2,3,cd)pyren	µg/kg TS	0-20	63		63-2300	>2300
Dibenzo(a,h)antracen	µg/kg TS	0-12	12-27	27-273	273-2730	>2730
Benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	18	84		84-1400	>1400
PAH-16	µg/kg TS	0-300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
PCB-7	µg/kg TS		0-4,1	4,1-43	43-430	>430
Tributyltinn, forvaltn.messig	µg/kg TS	0-1	1-5	5-20	20-100	>100

### 3.3.1 Blåskjell

Resultatene av kjemiske analyser av blåskjell (*Mytilus edulis*) er klassifisert etter TA-1467 (Miljødirektoratet, 1997) gitt i Tabell 10.

Tabell 10 Klassegrenser med fargekoder for blåskjell etter TA-1467 (Miljødirektoratet, 1997).

Parameter	Enhet	Tilstandsklasse				
		I	II	III	IV	V
Kopper	mg/kg TS	<10	10-30	30-100	100-200	>200
Bly	mg/kg TS	<3	3-15	15-40	40-100	>100
Sink	mg/kg TS	<200	200-400	400-1000	1000-2500	>2500
Arsen	mg/kg TS	<10	10-30	30-100	100-200	>200
Kvikksølv	mg/kg TS	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-4	>4
Kadmium	mg/kg TS	<2	2-5	5-20	20-40	>40
Nikkel	mg/kg TS	<5	5-20	20-50	50-100	>100
Krom	mg/kg TS	<3	3-10	10-30	30-60	>60
Sum PCB upperbound	µg/kg	<4	4-15	15-40	40-100	>100
Sum PAH upperbound	µg/kg	<50	50-200	200-2000	2000-5000	>5000
Benso(a)pyren	µg/kg	<1	1-3	3-10	10-30	>30

### 3.3.2 Klorofyll-a

Klorofyll-a klassifiseres etter Veileder 02:2018 (Miljødirektoratet, 2018), se Tabell 11. Innsamling av prøver for analyse skal utføres i hele vekstsesongen, det vil si fra og med februar til og med oktober, med to ganger de to første månedene og deretter månedlig, og bestå av prøver fra 0, 5 og 10 m dyp.

Tabell 11 Klassegrenser med fargekoder for klorofyll-a etter 02:2018 (Miljødirektoratet, 2018) for vann-type N4.

Parameter	Referanse-tilstand	Tilstandsklasse				
		1 Svært god	2 God	3 Mindre god	4 Dårlig	5 Svært dårlig
Klorofyll-a (µg/L)	2	<3	3-6	6-8	8-14	>14
	1,7	<2,5	2,5-5	5-8	8-16	>16

Det foreliggende datasettet oppfyller ikke krav til omfang for god utsagnskraft med hensyn på klassifisering, og er ikke klassifisert.

### 3.3.3 Næringsalter og oksygen

Resultatene av kjemiske analyser for næringsalter er klassifisert tentativt etter Veileder 02:2018 (Miljødirektoratet, 2018), se Tabell 12, på bakgrunn av at krav til antall prøver og år ikke er innfridd. Det finnes ikke data for sommerperioden.

Tabell 12 Klassifisering av tilstand for næringsalter og siktdyp i overflatelaget samt oksygen i dypvannet ved salinitet >18 etter 02:2018 (Miljødirektoratet, 2018).

Parameter	Enhet	Tilstandsklasser					
		1 Meget god	2 God	3 Mindre god	4 Dårlig	5 Meget dårlig	
Overflatelag Sommer (Juni-August)	Total Fosfor	ug P/l	<11,5	11,5-16	16-29	29-60	>60
	Fosfat-fosfor	ug P/l	< 3,5	3,5-7	7-16	16-50	> 50
	Total Nitrogen	ug N/l	< 250	250-330	330-500	500-800	> 800
	Nitrat-nitrogen	ug N/l	< 12	12-23	23-65	65-250	> 250
	Ammonium-nitrogen	ug N/l	< 19	19-50	50-200	200-325	> 325
	Siktdyp	m	> 7,5	7,5-6	6-4,5	4,5-2,5	< 2,5
Overflatelag Vinter (Desember-februar)	Total Fosfor	ug P/l	< 20	20-25	25-42	42-60	> 60
	Fosfat-fosfor	ug P/l	< 14,5	14,5-21	21-34	34-50	> 50
	Total Nitrogen	ug N/l	< 291	291-380	380-560	560-800	> 800
	Nitrat-nitrogen	ug N/l	< 97	97-125	125-225	225-350	> 350
	Ammonium-nitrogen	ug N/l	< 33	33-75	75-155	155-325	> 325
Dypvann	Oksygen	ml O <sub>2</sub> /l	> 4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	< 1,5



### 3.3.4 Termotolerante koliforme bakterier

Metodikk for klassifisering av tilstand for forekomst av termotolerante koliforme bakterier (TKB) etter TA-1467 (Miljødirektoratet, 1997), er gitt i Tabell 13.

*Tabell 13 Klassifiseringstabell for forekomst av termotolerante koliforme bakterier etter TA-1467 (Miljødirektoratet, 1997).*

Klasse	Tilstandsklasse				
	1 Meget god	2 God	3 Mindre god	4 Dårlig	5 Meget dårlig
Konsentrasjon (TKB/100ml)	<10	10-100	100-300	300-1000	>1000

## 4 Resultater

For en oversikt over antall stasjoner og prøvetidspunkt for undersøkelsene, se Tabell 2. Oversikt over prøvestasjoner er gitt i Figur 4 og GPS-posisjoner i Tabell 3-Tabell 6.

### 4.1 Bløtbunnsfauna

Makrofauna som inngår i bløtbunnsfauna er dyr større enn 1 mm. Kunnskapsgrunnlaget om arter som er ømfintlige eller tolerante ovenfor endringer i miljøtilstand er godt etablert. Endringer i artsmangfold og forekomst av disse artene benyttes til å beregne tilstandsindekser. Store belastninger kan endre individmengden og artsantallet, slik at det gir utslag i beregningen av økologisk tilstand. Ved høy organisk belastning kan eksempelvis individtettheten av opportunistiske arter være høy, mens diversiteten samlet sett likevel er lav.

Et utvalg bilder fra feltarbeidet er vist i Figur 5 og feltlogg i Tabell 14. Artsliste er gitt i Vedlegg 2.



Stasjon S1 Bløtbunn R00



Stasjon S4 Stasjon R02

Figur 5 Bildedokumentasjon fra feltarbeidet for bløtbunn og sediment.

Tabell 14 Feltlogg for bløtbunnsfauna (RO) og sediment (S).

Navn	Beskrivelse
RO0/S2	Full grabb, 16 cm. Sand og silt. Faste sedimenter, ingen lukt. Lys brun i topp, ellers grå.
RO1/S3	Fastere og mørkere sedimenter. Ingen lagdeling. Leirig silt. Ingen lukt.
RO2/S5	Sandig silt, med brun-grå farge. Skjellrester. Ingen lukt.
RO3	Faste sedimenter. Brun-grå farge. Sand og silt. Skjellrester. Ingen lukt.

#### 4.1.1 Klassifiserte resultater

Klassifisering av økologisk status for stasjonene er gitt i Tabell 15. Alle stasjoner er klassifisert som "god" tilstand.

Tabell 15 Stasjonsnavn, vanntype, indeksverdi per prøve samt middelvei (gjennomsnitt), nEQR for respektive indeks samt stasjonens gjennomsnittlige nEQR-verdi er gitt. Økologisk tilstandsklasse for indeksverdiene beskrives ved bruk av fargekoder etter Veileder 02:2018 (Miljødirektoratet, 2018).

Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
-----------	-----	---------	--------	--------------

Stasjon:	RO0	Vanntyp N4	
Grabbprøve/Indeks	1	Gjennomsnitt	nEQR
NQI	0,70	0,70	0,751
H'	4,14	4,14	0,824
ES100	25,73	25,73	0,793
ISI	8,85	8,85	0,815
NSI	22,58	22,58	0,743
Stasjonens gjennomsnittlig nEQR-verdi:			0,785

Stasjon:	RO1	Vanntyp N4	
Grabbprøve/Indeks	1	Gjennomsnitt	nEQR
NQI	0,53	0,53	0,457
H'	3,27	3,27	0,642
ES100	17,40	17,40	0,585
ISI	7,91	7,91	0,668
NSI	21,79	21,79	0,711
Stasjonens gjennomsnittlig nEQR-verdi:			0,613

Stasjon:	RO2	Vanntyp N4	
Grabbprøve/Indeks	1	Gjennomsnitt	nEQR
NQI	0,66	0,66	0,674
H'	3,97	3,97	0,807
ES100	24,44	24,44	0,761
ISI	8,73	8,73	0,820
NSI	21,87	21,87	0,715
Stasjonens gjennomsnittlig nEQR-verdi:			0,753

Stasjon:	RO3	Vanntyp N4	
Grabbprøve/Indeks	1	Gjennomsnitt	nEQR
NQI	0,67	0,67	0,694
H'	3,67	3,67	0,741
ES100	24,94	24,94	0,774
ISI	8,95	8,95	0,820
NSI	21,95	21,95	0,718
Stasjonens gjennomsnittlig nEQR-verdi:			0,749

I prøve RO0, er det registrert 33 taxa med individtetthet lik 1950 individer/m<sup>2</sup>. Ti av artene og 47 % av individtettheten består av tolerante arter. Dette er arter som tolererer høy belastning av næringsalter og/eller forurensning, eksempelvis havbørstemarkene *Paramphinome jeffreysii* og *Scalibregma inflatum* samt muslingen *Abra nitida*. Arter som er følsomme for høy belastning av næringsstoffer og/eller forurensning er funnet i prøven, eksempelvis havbørstemarkslekten *Magelona sp.*

I prøve RO1, er det registrert 32 taxa med en meget høy individtetthet tilsvarende 13 000 individer/m<sup>2</sup>. Individtettheten skyldes trolig forekomsten av juvenile dyr. 12 arter og 70 % av individtettheten består av arter som er tolerante mot høy belastning av næringsstoffer og/eller forurensninger, eksempelvis havbørstemarker i familien *Capitellidae*. Det forekommer et fåtall individer av noen følsomme arter i prøven, eksempelvis krepsdyr *Eudorella sp.* Beregnet indeks for tilstandsklasse "god", men ligger nær grensen for tilstandsklasse "moderat".

I prøve RO2, er det registrert 34 taxa med en individtetthet på 2050 individer/m<sup>2</sup>. Flere av dyrene er juvenile. 11 arter og 43 % av individtettheten består av arter som er tolerante mot høy belastning av næringsstoffer og/eller forurensninger, eksempelvis havbørstemarken *Paramphinome jeffreysii*. Noen følsomme arter med et fåtall individer av hver art ble påvist i prøven, eksempelvis krepsdyr av slekten *Eudorella sp.* og havbørstemarken *Abyssoninoe hibernica*.

I prøve RO3, er det registrert 34 taxa med en individtetthet på 2050 individer/m<sup>2</sup>. 11 arter og 68 % av individtettheten består av arter som er tolerante mot høy belastning av næringsstoffer og/eller forurensning, eksempelvis havbørstemarkene *Paramphinome jeffreysii* og *Spiophanes kroyeri*. Noen følsomme arter med et fåtall individer av hver art ble påvist i prøven, eksempelvis krepsdyr av slekten *Eudorella sp.* og muslingen *Hiatella arctica*.

#### 4.1.2 Støtteparametere

For oversikt over stasjoner og gjennomføringstidspunkt, se Tabell 2.

##### Total organisk karbon (TOC)

TOC er et supplement til bløtbunnsfaunadata og gir informasjon om organisk belastning, men inngår ikke i den endelig tilstandsklassifisering. Mengde organisk materiale er knyttet til planteproduksjon i overflatevannet, og tilføres gjennom næringsvirksomhet, industri og husholdninger samt jordbruk. Prøvetaking av sediment for analyse av TOC ble gjennomført samtidig som bløtbunnsfauna.

Normaliserte verdier for TOC er gitt i Tabell 16.

Tabell 16 Normaliserte verdier av TOC etter Veileder 02:2018 (Miljødirektoratet, 2018).

Stasjon	Parameter	
	TOC	Normalisert TOC
	% TS	mg/g
S1	0,62	14,8
S2	2,4	25,5
S3	3,4	34,8
S4	2	30,3
S5	3,3	35,4
RO3	2,8	34,3

Resultatene viser at nivået av total organisk karbon er målt til tilstandsklasse 1 innenfor utslippspunktet, og i tilstandsklasse 3 til 4 i de ytre delene av fjorden.

#### Kornfordeling

Kornfordeling gir grunnlag for å vurdere bløtbunnsfaunens artssammensetning, men inngår ikke i endelig tilstandsklassifisering. Prøvetaking av sediment for analyse av kornfordeling ble gjennomført samtidig med innhenting av bløtbunnsfaunaprøver.

Ved S1, S4 og RO3 består mer enn 35 % av sedimentet av sand eller grovere materiale. Ved S2, S3 og S5 er hovedandelen av sedimentet silt. For oversikt over data, se **Error! Reference source not found.**

## 4.2 Kjemisk tilstand i sediment

Konsentrasjonene av miljøgifter i sediment avhenger av flere forhold, blant annet kornstørrelse, organisk innhold og oksygenkonsentrasjoner i bunnvannet. Miljøgifter kan spres videre ved utlekking til vannsøylen og opptak i organismer.

Fotodokumentasjon er gitt i Figur 5 og feltlogg i Tabell 14.

### 4.2.1 Klassifiserte resultater

Klassifiserte analyseresultater av sedimentprøvene er gitt i Tabell 17.

Klassifiseringen viser at sedimentene er sterkest forurenset av kadmium, tributyltinn (TBT) og PAH-forbindelser. Fire av fem prøvestasjoner, S2-S5, klassifiseres i tilstandsklasse 4, som følge av påvist konsentrasjon av enkelte PAH-forbindelser. S1 klassifiseres i tilstandsklasse 3 som følge av påvist konsentrasjon av kadmium. Kadmium er målt i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 3-4 også for stasjon S2-S5. TBT er påvist i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 3 i S1 og S2.

Tabell 17 Klassifisering av sedimentprøver.

Parameter	Enhet	Stasjon					RO3
		S1	S2	S3	S4	S5	
Arsen, As	mg/kg TS	1,4	3	0,7	1,7	1,8	
Bly, Pb	mg/kg TS	8	22	14	22	30	
Kadmium, Cd	mg/kg TS	4,6	13	9,4	18	13	
Kobber, Cu	mg/kg TS	4,4	17	4,5	18	20	
Krom, Cr	mg/kg TS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	0,02	0,01	<0.01	0,04	0,07	
Nikkel, Ni	mg/kg TS	4	14	5	12	17	
Sink, Zn	mg/kg TS	32	68	34	70	73	
Naftalen	µg/kg TS	24	17	13	21	25	
Acenaftalen	µg/kg TS	<10	<10	11	<10	12	
Acenaften	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	
Fuoren	µg/kg TS	10	16	27	22	25	
Fenantren	µg/kg TS	13	39	56	38	55	
Antracen	µg/kg TS	<10	18	27	19	24	
Fluoranten	µg/kg TS	15	58	90	54	85	
Pyren	µg/kg TS	<10	61	63	36	58	
Benzo(a)antracen	µg/kg TS	<10	32	52	33	49	
Krysen	µg/kg TS	<10	53	82	51	79	
Benzo(b)fluoranten	µg/kg TS	21	95	170	110	150	
Benzo(k)fluoranten	µg/kg TS	<10	28	60	31	58	
Benzo(a)pyren	µg/kg TS	16	48	79	49	69	
Indeno(1,2,3,cd)pyren	µg/kg TS	40	130	270	160	210	
Dibenzo(a,h)antracen	µg/kg TS	<10	32	60	42	53	
Benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	47	140	240	150	200	
PAH-16	µg/kg TS	190	770	1300	820	1200	
PCB-7	ug/kg TS	<4	<4	<4	<4	<4	
Tributyltinn (TBT)	µg/kg TS	2,07	18,1	8,28	3,57	1,76	
Tørrestoff (DK)	%	69,5	41,8	36,6	56,7	36,3	41,8
Vanninnhold	%	30,5	58,2	63,4	43,3	63,7	
Kornstørrelse >63 µm	%	48	8,1	4,2	57,3	13,6	35,1
Kornstørrelse <2 µm	%	1,8	4,5	5,8	3,2	6,6	4,2
TOC	% TS	0,62	2,4	3,4	2	3,3	2,8

## 4.3 Blåskjell

Blåskjell livnærer seg av mikroskopiske planktonalger som svever rundt i vannmassene. Hvert skjell kan filtrere opptil seksti liter vann i døgnet for å få tak i algene, og blåskjell benyttes derfor som miljøindikator for kjemisk tilstand på et bestemt sted/kilde.

### 4.3.1 Klassifiserte resultater

De klassifiserte analyseresultatene for blåskjell er gitt i Tabell 18.

Resultatene viser at blåskjell ved B4 ikke inneholder miljøgifter over normverdi. De resterende fire stasjonene klassifiseres i tilstandsklasse 2, som følge av overskridelser for sum PAH-16.

Tabell 18 Analyseresultater for blåskjell klassifisert iht. TA-1467 (Miljødirektoratet, 1997). Upperbound=bidraget fra hver ikke-kvantifiserbar kongen er kvantifiseringsgrense.

Parameter	Enhet	Stasjon				
		B1	B2	B3	B4	B5
Kopper	mg/kg TS	1,21	1,15	0,953	1,32	1,5
Bly	mg/kg TS	0,131	0,107	0,0971	0,177	0,128
Sink	mg/kg TS	12,9	12,7	9,7	14,4	12,6
Arsen	mg/kg TS	1,8	2,18	1,03	1,9	1,67
Kvikksølv	mg/kg TS	0,0131	0,0122	0,0104	0,0115	0,00842
Kadmium	mg/kg TS	0,106	0,128	0,102	0,134	0,0871
Nikkel	mg/kg TS	0,13	0,133	0,112	0,149	0,184
Krom	mg/kg TS	0,0923	0,0891	0,0382	0,102	0,141
Sum PCB upperbound	µg/kg	1,5	1,6	1,6	0,91	1
Sum PAH upperbound	µg/kg	66	66	59	43	63
Benso(a)pyren	µg/kg	0,96	0,81	0,8	0,66	0,77

## 4.4 Planteplankton (klorofyll-a)

Planteplankton består av frittlevende mikroskopiske alger, og er første ledd i den marine næringskjeden. Planktonet responderer raskt på endringer i næringstilgang i vannmassene og er en god miljøindikator. Dersom ytre faktorer som lys og temperatur er tilfredsstillende, vokser og formerer planktonet seg hurtig ved økt tilførsler av næringsalter, da særlig nitrat og fosfat. Planktonet gjennomgår en naturlig suksesjon i løpet av et år, med oppblomstring tidlig på våren. Det kan oppstå oppblomstringer sommer og høst dersom vannmassene tilføres næringsalter fra eksempelvis avrenning eller regenerering av organisk materiale. Klorofyll-a er et indirekte mål for algebiomasse og mengden vil variere med miljøforholdene.

Datasettene kan ikke klassifiseres som følge av manglende datagrunnlag fra vekstsesongen. Datasettet for høst 2018 viser en gradvis nedgang i konsentrasjonen av klorofyll-a fra 18. september til 3.-24. oktober. Datasettet fra vår 2019 viser økende konsentrasjoner fra 27. februar til 11. mars.

## 4.5 Fysisk-kjemiske støtteparametere

Næringsalter, siktdyp og oksygen er fysisk-kjemiske støtteparametere. Støtteparametere benyttes til å forklare endringer i de biologiske overvåkingskomponentene, men kan også gi viktig informasjon med hensyn til forurensingsepisoder, sesongvariasjon, grad av organisk belastning og oksygenvinn i bunnvannet. De fysiske dataene benyttes først og fremst for å beskrive området med tanke på temperaturutvikling og fordeling av vannmasser. Salinitetsmålinger benyttes for fastsetting av vanntype.

For oversikt over innsamlede data, se Vedlegg 3.

### 4.5.1 Næringsalter

Konsentrasjonene av næringsalter varierer gjennom året. Vinterstid er konsentrasjonene høyere som følge av lav biologisk aktivitet og derved lavt forbruk av næringsalter. Forhøyede konsentrasjoner som følge av utslipp som er jevne gjennom året, eksempelvis kommunalt avløpsvann, fanges derfor best opp ved klassifisering av prøver fra vinterperioden.

Resultatene er klassifisert tentativt som følge av begrenset dataomfang. Undersøkelsen påviser meget gode forhold med hensyn på næringsalter i hele perioden, med unntak for totalfosfor, se Tabell 19.

Tabell 19 Klassifisering etter 02:2018 (Miljødirektoratet, 2018) av gjennomsnittsverdier av næringsalter. Datasettet representerer fire prøverunder i perioden 15. januar til 27. februar. I klassifiseringen er "<" satt til halv rapporteringsgrense. Klassifiseringen kan kun benyttes til å gi en indikativ informasjon om forholdene, derav stipling.

Stasjon	Næringsalter				
	Tot-fosfor	Fosfat	Tot-nitrogen	Nitrat-nitritt	Ammonium
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
V1	63	10	194	50	7
V2	65	9	218	50	7
V3	67	13	188	57	2
V4	68	11	235	50	2

#### 4.5.2 Siktdyp

Siktdyp er et mål på vannets klarhet. Redusert siktdyp skyldes vanligvis forhøyet algevekst i overflatevannet eller økt tilførsel av partikler. Klassifisering er knyttet til overflatelag i sommerperioden (juni-august). Målingene som er utført i prosjektet er fra vinterperioden (september-mars), og kan derfor ikke klassifiseres.

Siktdyp ved stasjonene er i hovedsak 9-10 meter, med verdier ned til 6 m for V2 den 3. okt og V1 og V2 den 27. februar.

#### 4.5.3 Oksygen, salinitet og temperatur

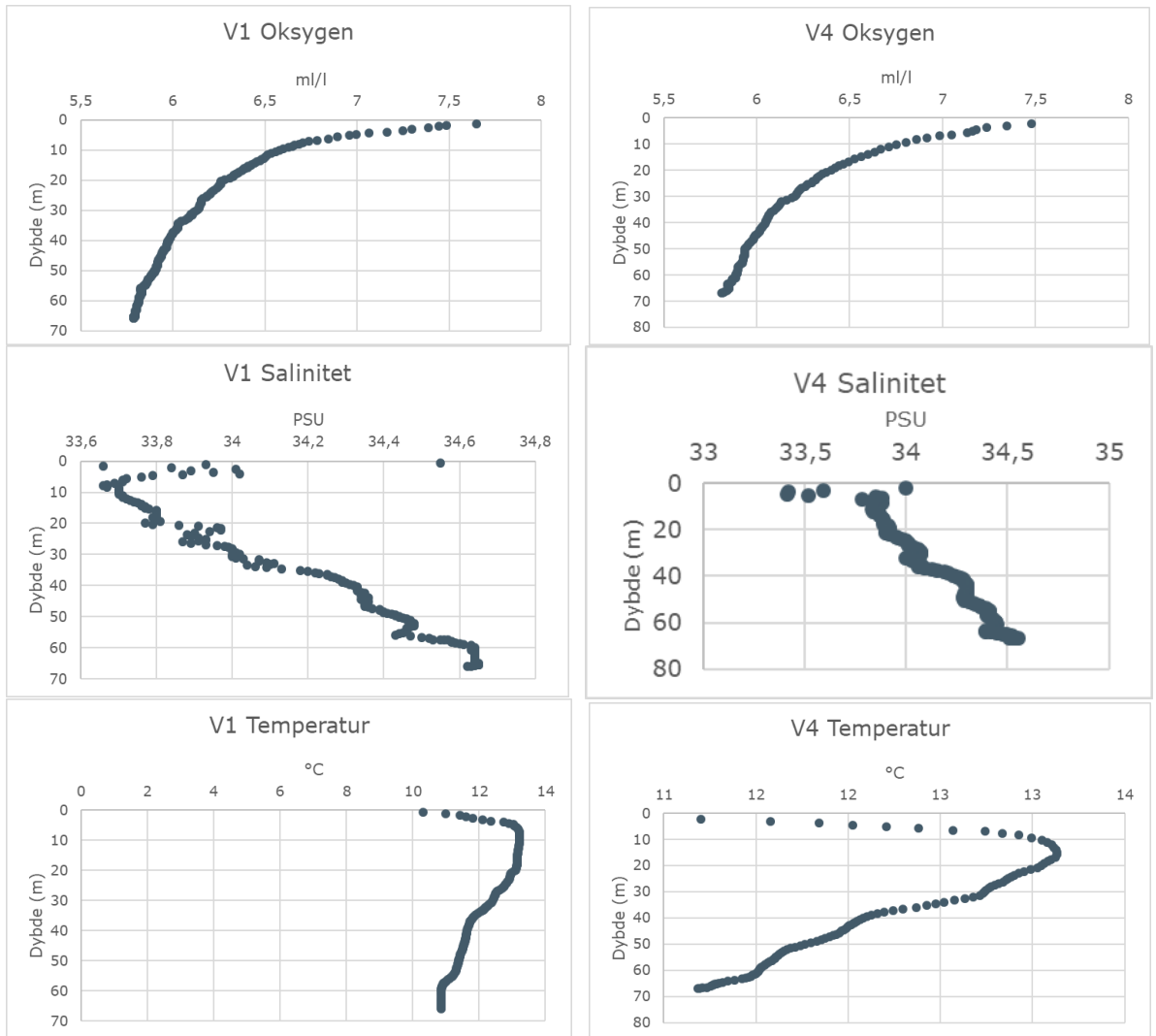
Oksygenkonsentrasjonene er hovedsakelig styrt av vannutskifting og tilførsel og nedbryting av organisk materiale. Stor tilførsel av organisk materiale og begrenset utskifting av bunnvann gir dårlige livsbetingelser for organismer. Oksygenmålinger foretas i perioden hvor de laveste konsentrasjonene er forventet, vanligvis i perioden september til april. Enkeltmålinger av oksygen kan benyttes til å vurdere datamaterialet for bløtbunnsfauna.

De hydrografiske forholdene den 3. oktober 2018 og 11. mars 2019, for V1 og V4, som representerer forholdene henholdsvis innerst og ytterst i fjorden, er illustrert i Figur 6 og Figur 7 .

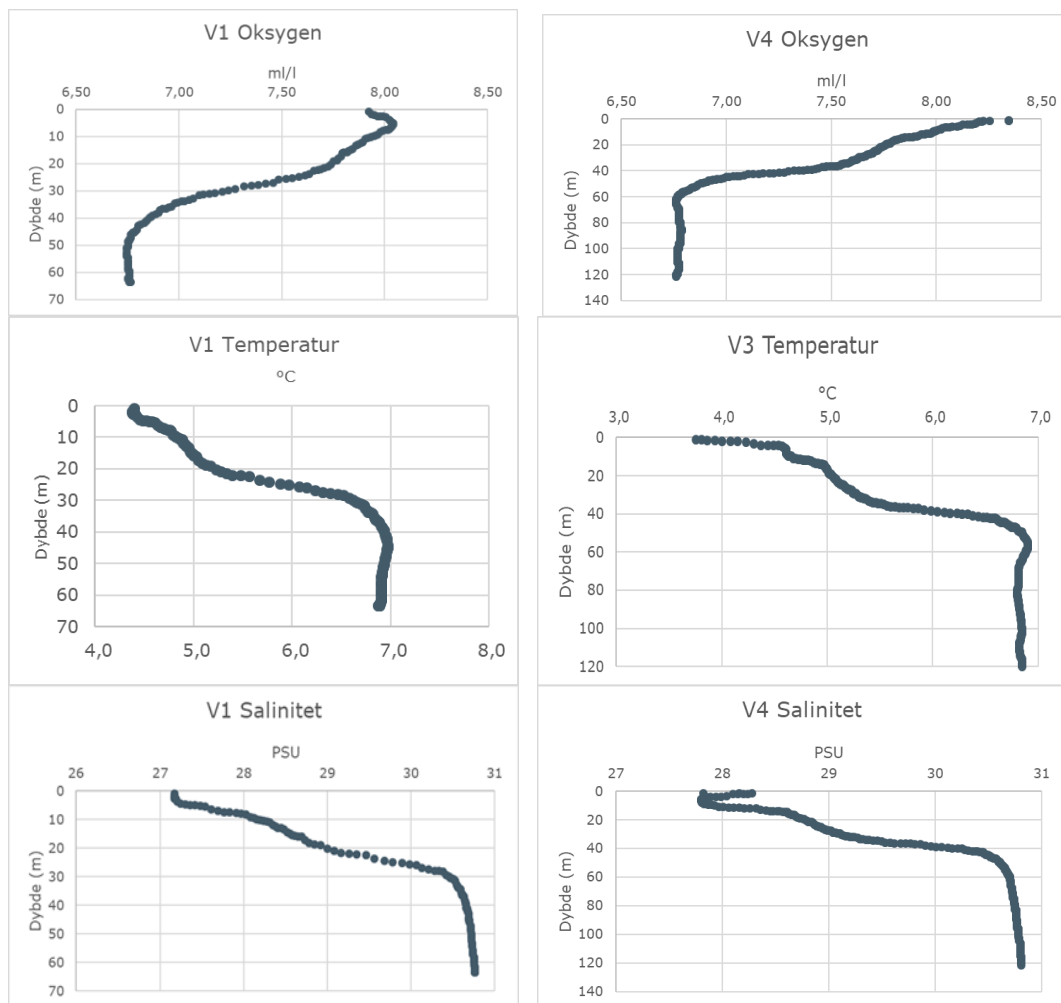
Datasettene viser i all hovedsak de samme trendene for de indre og ytre delene av fjorden. Sprangsjiktet ligger mellom 10-20 meter i oktober, og 40-50 meter i mars.

Undersøkelsen viser gode oksygenforhold i bunnvannet i vannforekomstene, målt til 6-7 ml/L O<sub>2</sub>.





Figur 6 Hydrografiske data fra stasjon V1 og V4 den 3. oktober 2018.



Figur 7 Hydrografiske data fra stasjon V1 og V4 den 11. mars 2018.

## 4.6 Termotolerante koliforme bakterier

Koliforme bakterier (KB) har egenskaper som gjør det mulig å definere en fekal forurensning basert på bakterielle indikatorer, se **Error! Reference source not found..** KB omtales som miljøbakterier og representerer tarmbakterier av fekal opprinnelse og frittlevende koliforme bakterier av ikke-fekal opprinnelse. Termotolerante koliforme bakterier (TKB) representerer en undergruppe av KB, som hovedsakelig består av bakterier av fekal opprinnelse, men som også kan bestå av ikke-fekale, miljøbakterier. Analyser av *E. coli* vil påvise utelukkende fekal forurensning.

Undersøkelsen viser at alle prøvene, sett bort fra to prøver ved stasjon V1 den 3. oktober 2018 og 15. januar 2019, har lave konsentrasjoner av TKB.

## 4.7 Oppsummering

For de ulike matriksene viser undersøkelsene følgende resultater:

- > Bløtbunnsfauna: «God» økologisk tilstand. Ved R01 ligger beregnet indeks nær grense for «moderat» økologisk tilstand. Hovedsakelig arter som er tolerante mot høy belastning av næringsstoffer og/eller forurensning. Ikke påvist sensitive arter.
- > Sediment: «Dårlig» kjemisk tilstand ved fire av fem stasjoner. Tilstand er knyttet til PAH-forbindelser, kadmium, kvikksølv og tributyltinn (TBT). Tilstand for total organisk karbon (TOC) er «svært god» og «god» ved utslippspunktet, og «moderat» til «dårlig» lenger ute i fjorden.
- > Blåskjell: «God» kjemisk tilstand ved fire av fem stasjoner. Tilstand er knyttet til sum PAH-16. «Svært god» tilstand ved utslippspunktet.
- > Vannkjemi: Total-fosfor tilsvarer «svært dårlig» tilstand (vinterperioden). For termotolerante koliforme bakterier (TKB) er det påvist forhøyede verdier i enkeltprøver utenfor utslippsrør.
- > Hydrografiske data: Sprangsjikt mellom 10-20 meter i oktober, og ved 40-50 meter i mars. Konsentrasjonen av oksygen i bunnvannet er i størrelsesorden 6-7 ml/L O<sub>2</sub>.

## 4.8 Konklusjon

Fjorden har god vannutsifting og svært gode oksygenforhold i dypvannet. Undersøkelsene tyder på at det marine bunnmiljøet ved utslippet er mindre påvirket, mens forholdene noe lenger ut i fjorden er mer påvirket. De påviste artene av bløtbunnsfauna er påvirket av organisk belastning og kjemisk tilstand i sedimentene, men den økologiske tilstanden er god. Ved en stasjon ligger indeksene på grensen til moderat tilstand. Det er påvist svært høye konsentrasjoner av total fosfor ved alle målepunkter. Trolig er hovedandelen av fosfor ikke partikulært bundet, særlig i de ytre delene av fjorden. Høye konsentrasjoner av fosfor i overflatevannet kan medføre kraftig planktonoppblomstring i vekstperioden, og sekundært økt organisk innhold i bunnsedimentene. Blåskjell i området er påvirket av PAH-forbindelser i overflatevannet.

I henhold til Veileder 02:2018 (Miljødirektoratet, 2018) vil vannforekomsten klassifiseres som «moderat» økologisk tilstand basert på resultater for bløtbunnsfauna og de indikative verdiene for total fosfor. Kjemisk tilstand vil basert på sedimentundersøkelsene klassifiseres som «ikke god». Miljømålet for naturlige vannforekomster av overflatevann er minst god økologisk og kjemisk tilstand innen 2021.

Det foreligger ingen informasjon om større aktive antropogene kilder til forurensning i Rosfjorden utover avløpsrensaneanlegget. Den opprinnelige naturtilstanden er ikke kjent. Det vurderes som usikkert i hvor stor grad økt utslipp fra utvidet avløpsrensaneanlegg vil påvirke vannforekomsten, men det vil være en risiko for at utslippet kombinert med andre kilder/prosesser i fjorden vil innvirke negativt.

### 4.8.1 Framtidig overvåking

Vi anbefaler at videre overvåking utføres etter krav i vannforskriften, og prøvetakingsfrekvens som anbefalt i Veileder 02:2018 (Miljødirektoratet, 2018) for parametere som

klorofyll-a, næringsalter (sommer og vinter) siktedyp (sommer) og bakterier (sommer) med flere. Det anbefales også å ta ut vannprøver direkte fra avløpsvannet, for å undersøke om de påviste miljøgiftene i sedimentene samt de forhøyede konsentrasjonene i blåskjell, dominerer her.

## 5 Referanser

- Brockmann m.fl. (1981). *Water changes i Rosfjord during spring '79, a detail account of physical, chemical and biological variation. In. The Norwegian Coastal Current. University of Bergen.*
- Miljødirektoratet. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Veiledning 97:03. Miljødirektoratets rapportserie TA 1467/1997. Statens Forurensningstilsyn.*
- Miljødirektoratet. (2005). *Resipientundersøkelser i fjorder og kystfarvann. EUs avløpsdirektiv Versjon 3 - oppdatert i 2005. Statens forurensningstilsyn.*
- Miljødirektoratet. (2007). *Veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment. TA-2229/2007.*
- Miljødirektoratet. (2015). *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2013 – revidert 2015.*
- Miljødirektoratet. (2018). *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2018.*
- NIVA. (1992). *Resipientundersøkelser i Rosfjorden, Vest-Agder, 1992. NIVA rapp O-92115.*
- Norske utslipp. (2018).  
<https://www.norskeutslipp.no/Templates/NorskeUtslipp/Pages/company.aspx?id=61&CompanyID=21025&epslanguage=no&SectorID=100>.
- OSPAR. (2012). *JAMP [Joint Assessment and Monitoring Programme] Guidelines for Monitoring Contaminants in Biota. OSPAR Commission, ref.no. 99-02e.*
- Standard Norge. (1992). *Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 9: Veiledning i prøvetaking av sjøvann (ISO 5667-9:1992).* Hentet fra [www.standard.no](http://www.standard.no).
- Standard Norge. (2004). *Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667-19:2004).* Hentet fra [www.standard.no](http://www.standard.no).
- Standard Norge. (2013). *Vannundersøkelse - Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014) .* Hentet fra [www.standard.no](http://www.standard.no).
- Vann-nett. (2018, 08). <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/0201010300-C>.