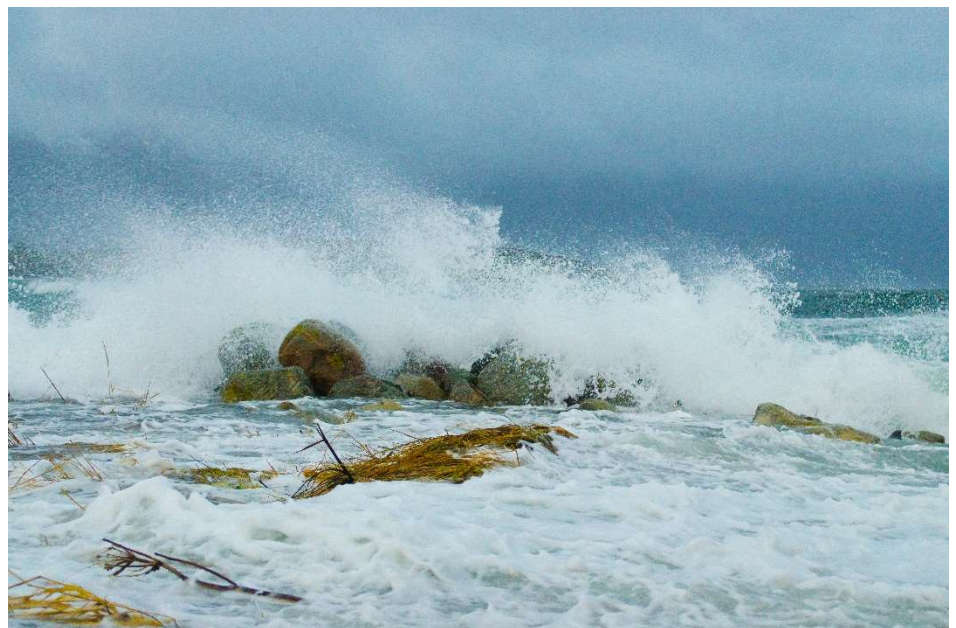




ÅKERBLÅ

Resipientundersøkelse i Karmsundet
Karmøy kommune 2021-2022

Hovedrapport 2022



Rapportnummer 104791-01-002

Åkerblå AS, 2023

RAPPORT	Resipientundersøkelse i Karmsundet i Karmøy kommune, 2021-2022
RAPPORTNUMMER	104791-01-002
RAPPORTDATO	15.03.2023
DATO FELTARBEID	2021-2022
REVISJONSNR.	002
REVISJONSBEKRIVELSE	Språklige endringer og avklaringer vedrørende undersøkte parametere.

UNDERSKELSESONMRÅDE	Karmøy Kommune
	Karmsundet


OPPDRAAGSGIVER	Karmøy kommune Teknisk etat
	Statsråd Vinjes gate 25, 4250 Kopervik
KONTAKTPERSON	Håkon Døsen
	hdo@karmoy.kommune.no

OPPDRAAGSANSVARLIG	ÅKERBLÅ AS v/ Caterina Sunde
	SIHOLMEN, 7260 SISTRANDA
	ORG. NR. 963 554 052

ANSVARLIG PRØVETAKING	Stig Johar Øverland, Hedda Østgaard og Dag Slettebø
------------------------------	---

RAPPORTANSVARLIG	Annika Liungman	
	Annika.liungman@akerbla.no	
	+47 900 86 486	

FORFATTERE	Annika Liungman (Hovedrapport) Evelina Merkyté (Sublittorale bløtbunnsamfunn) Annika Liungman (Vannkjemi og hydrografi) Annika Liungman (Miljøgifter i biota og sedimenter) Dag Slettebø (Makroalger)
-------------------	---

GODKJENT AV	Odd Helge Tunheim	
	Odd.helge@akerbla.no	
	+47 98695155	

Innholdsfortegnelse

1 SAMMENDRAG	4
2 INNLEDNING	5
2.1 Bakgrunn og formål.....	5
2.2 Dagens miljøtilstand.....	7
2.3 Vannutskiftning, strømforhold og spredning.....	8
2.4 Faglig program for undersøkelsen	9
3 METODE	10
3.1 Klassifisering av tilstand – økologisk og kjemisk	10
3.1.1 Økologisk tilstand	10
3.1.2 Kjemisk tilstand	10
3.2 Vurdering av resipientens følsomhet.....	13
3.3 Vurdering av tiltakets påvirkning på resipienten	15
4 RESULTAT OG DISKUSJON	16
4.1 Økologisk tilstand	16
4.1.1 Bunnfauna	16
4.1.2 Fjæresamfunn	16
4.1.3 Fysisk-kjemiske støtteparametere	16
4.1.4 Vannregionspesifikke stoffer i sediment.....	17
4.1.5 Vannregionspesifikke stoffer i biota	17
4.1.6 Sammenstilling av økologisk tilstand	19
4.2 Kjemisk tilstand	20
4.2.1 Prioriterte stoffer i biota	21
4.2.2 Prioriterte stoffer i sediment	21
4.2.3 Sammenstilling av kjemisk tilstand	21
4.3 Resipientens følsomhet.....	22
4.4 Tiltakets påvirkning på resipienten	24
5 REFERANSER	26
6 VEDLEGG	27

1 Sammendrag

Åkerblå AS har på oppdrag av Karmøy kommune utført biologiske og kjemiske undersøkelser i sjøresipienten Karmsundet utenfor Kopervik. Karmøy kommune planlegger et nytt renseanlegg for kommunalt primærrenset avløp, hvor flere mindre anlegg med urensset avløp samles i ett. Det skal søkes om ny utslippstillatelse som omfatter 17 500 pe. Resipientundersøkelsen er utført etter godkjent overvåkingsplan, som ble utformet for å beskrive tilstanden i resipienten, vurdere resipientens følsomhet og vurdere tiltakets påvirkning på resipienten.

Det er utført strømmålinger og modellering av spredning for planlagt utslipp. Resultat fra disse undersøkelser viser at det er tidevannsdominert strøm med middels til sterk strøm i området, og høy fortykning og spredning av tilførsler fra planlagt avløpsplassering. Hydrografimålinger viser svært god tilstand for oksygen gjennom hele måleperioden. Resultatene fra vannkjemiske analyser viste lave konsentrasjoner for nitrogen og fosfor, som gav svært god tilstand for både sommer- og vinterverdier. Biologisk oksygenforbruk (BOF₅) viste også liten påvirkning fra diffuse utslipp av næringsstoffer og organisk materiale i vannmassene. Undersøkelsen av bunnfaunasamfunnet viste upåvirkede forhold med svært god tilstand i de undersøkte stasjonene. For fjæresamfunnet var tilstanden god og viste på lite påvirkede forhold.

Undersøkelsen av miljøgifter i sediment og biota viste nivåer tilsvarende bakgrunnsnivåer for undersøkte metaller. Det ble dokumentert overskridelser av miljøkvalitetsstandarder for forskjellige PAH:er og tributyltinn i sediment, som mest trolig kommer fra utslipp fra industrier i området. For biota var det overskridelser for summen av PCB:er i samtlige stasjoner (PCB₇) og som vil trekke ned økologisk tilstand. Det ble registrert overskridelser av grenseverdier for PAH:er i biota, men resultat vurderes som usikre grunnet lavt prøvevolum. Andre undersøkelser fra samme år i resipienten viser derimot resultater for samme stoffer (benzo(a)pyren og fluoranten) som ligger på bakgrunnsnivåer.

I henhold til vannforskriften er miljømålet for alle vannforekomster god økologisk og kjemisk tilstand. Denne undersøkelse er utført i en del av en vannforekomst og klassifiseringen av tilstanden gjelder kun for denne resipient. Biologiske kvalitetselementer (bunnfauna og fjæresamfunn) og fysisk-kjemiske støtteparameter viser **god** tilstand. Vannregionspesifikke stoffer i sediment og biota får **ikke god** tilstand. Dette vil da trekke ned den samlede økologiske tilstanden for resipienten til **moderat**. Kjemisk tilstand vurderes fra prioriterte stoffer i sediment og biota. Resultat fra undersøkelser av biota vurderes til **god** tilstand og i sediment vurderes de til **ikke god**. Den samlede kjemiske tilstanden blir dermed **ikke god**.

Med bakgrunn i resultater for biologiske og vannkjemiske undersøkelser, vurderes resipienten til **mindre følsomt område**. De kjemiske undersøkelsene i sediment og marine organismer ble vurdert med ikke god tilstand. Dette vurderes derimot ikke å påvirke resipientens kapasitet å håndtere planlagte utslippsmengder, da de hovedsakelig tilfører organisk materiale og næringsstoffer fra avløpsnett som dekker boligområder, byområder og sanitær fra produksjonsbedrifter. Med en mer sentral og dypere plassering av nytt utslipp, forventes også en bedre spredning og fortykning av utslippet sammenlignet med nåværende utslipp, og resipientens evne til å håndtere den økte tilførselen av primærrenset kommunalt avløp fra 17 500 pe vurderes som **god**.

2 Innledning

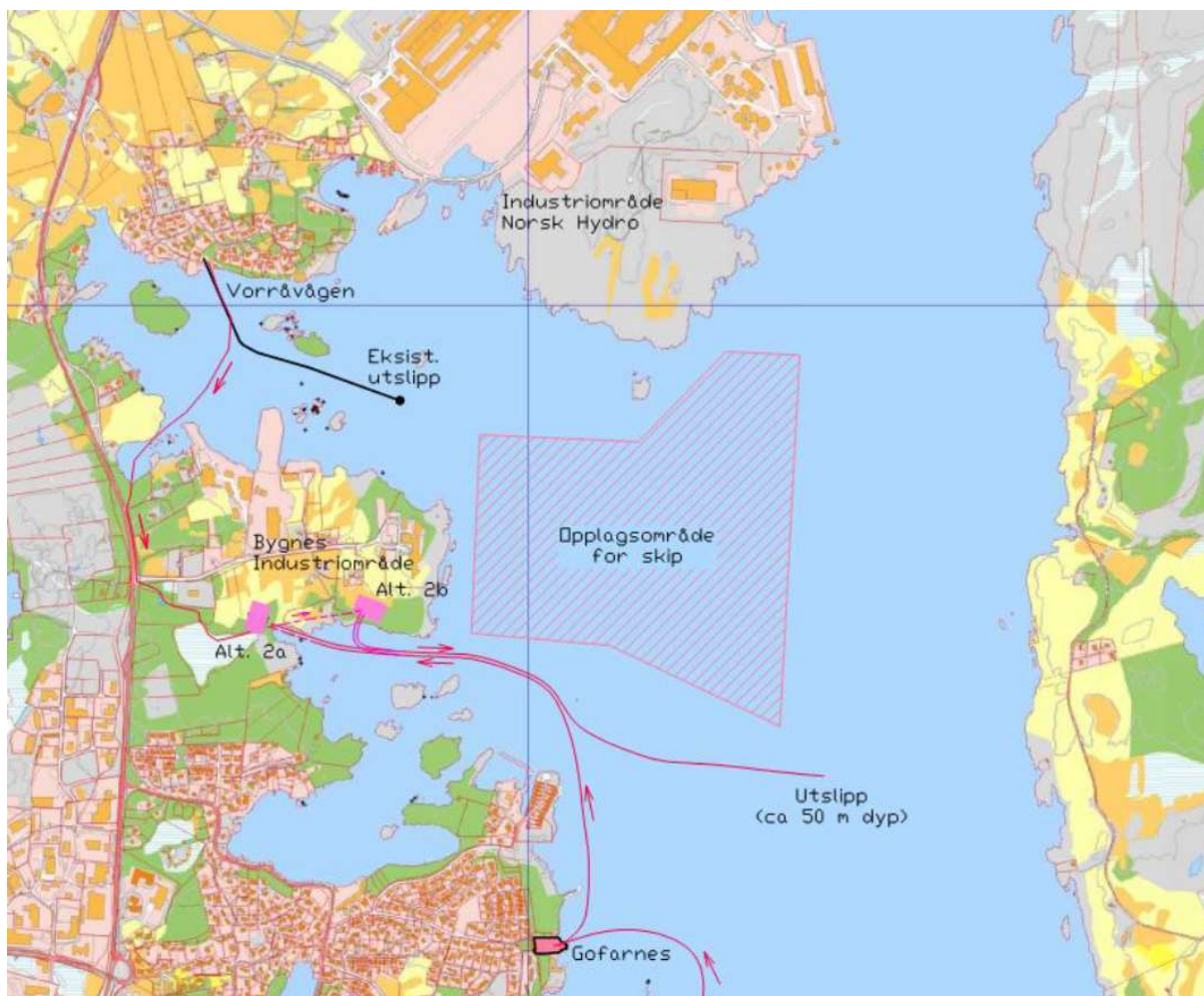
2.1 Bakgrunn og formål

Åkerblå AS har av Karmøy kommune fått i oppdrag å gjennomføre overvåking av sjøresipient i Karmsundet 2021/22, etter vedtatt overvåkingsprogram (Cowi, 2021). Karmøy kommune planlegger å legge om flere små utslipp av avløpsvann til et renseanlegg med samlet utslipp med minst primærrensing. Renseanlegget planlegges til Kopervik og avløpet vil plasseres lenger ut i sundet på 50 meters dyp. I den forbindelse er det nødvendig med en søknad om utslippstillatelse i henhold til kapitel 14 i forurensingsforskriften. Resipientundersøkelsen skal gi svar på om det er grunnlag for å søke om fritak for sekundærrensing for utslipp for 17 500 pe som forventes bli fremtidig belastning. I denne rapport skal resipientens økologiske og kjemiske tilstand dokumenteres og vurderes, områdets følsomhet kategoriseres samt at tiltakets påvirkning på resipienten skal vurderes.



Figur 2.1 Fem av de sju eksisterende utslippspunkter som skal samles i nytt renseanlegg (Cowi, 2022).

Utslippssøknaden gjelder et nytt renseanlegg hvor sju mindre skal samles i ett (Figur 3.1). Foreslått plassering av nytt utslipp kommer frem i Figur 2.2 og skal i starten håndtere utslipp tilsvarende ca. 11 600 pe men med estimert vekst i området skal det dimensjoneres for 17 500 pe. Primærrensing skal følge forurensningsforskriftens del 4, kapitel 14, §14-2 og vil minske mengden BOF_5 med minst 20 % av det som blir tilført renseanlegget eller ikke overstige 40 mg O_2/l ved utslipp, samt redusere mengden suspendert stoff (SS) med minst 50 % av det som blir tilført renseanlegget eller ikke overstige 60 mg/l ved utslipp.



Figur 2.2 Kart fra reguleringsplan som viser foreslått utslippspunkt på ca. 50 meters dyp midt i Karmsundet utenfor Kopervik (Cowi, 2022).

Nåværende utslippspunkter bidrar med urensset avløpsvann for samlet 11 579 pe (Tabell 2.1). Det foreligger ikke noe historiske tall i forhold til utslipp, men forventede utslippsmengder per 2030 er ca. 15 000 pe. Avløpsnettets dekker boligområder, byområder, sykehjem og sanitær fra produksjonsbedrifter. Prosess og næringsindustri er ikke tilknyttet.

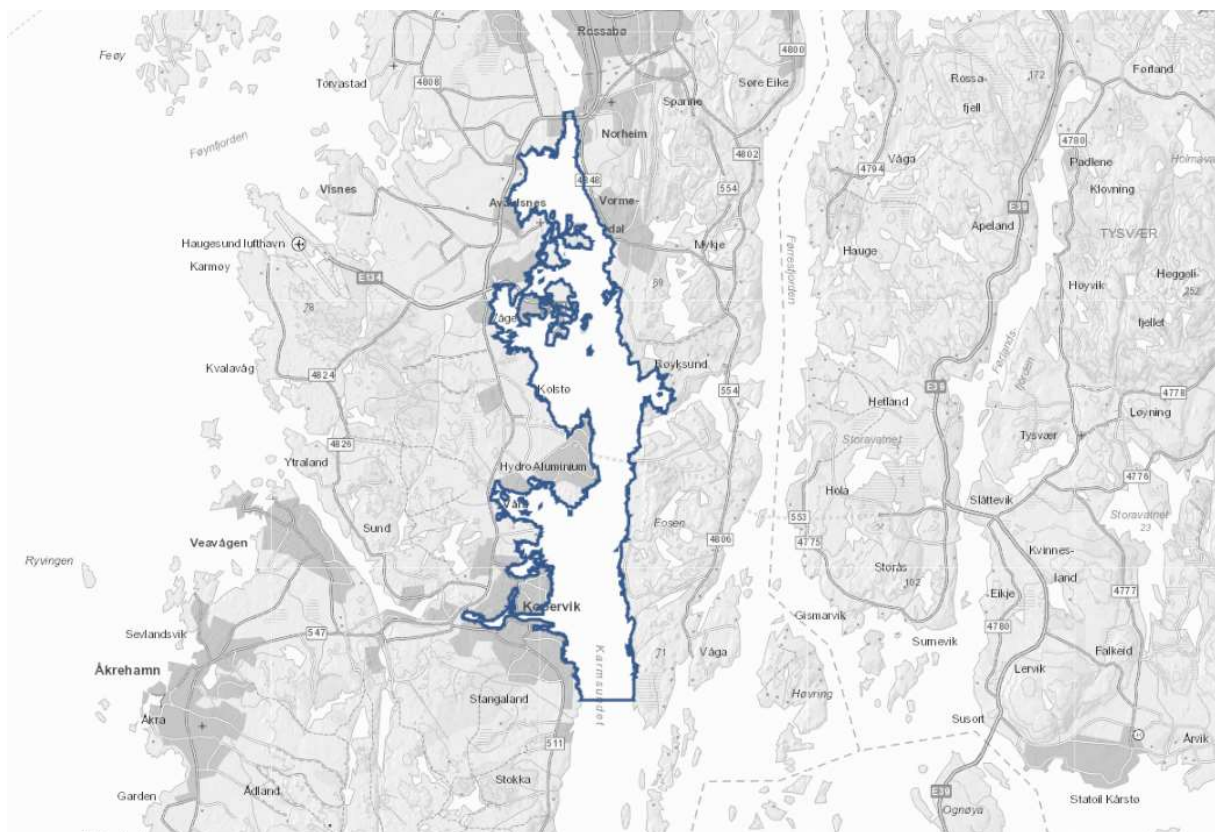
Tabell 2.1 Tabell over nåværende utslipp (2020) som skal samles i et felles utslipp midt i Karmsundet utenfor Kopervik, samt forventet mengde per 2030 (Cowi, 2022).

Plassering	Utslipp	
	pe per 2020	forventet pe 2030
Rusnes	5937	7027
Gofarnes	2858	4100
Vorråvågen	96	125
Husøy (Fiskå, Veldetun og Husøy)	1735	2200
Håvik*	633	800
Skjærsund	174	250
Røyksund	146	425
Totalt	11579	14927

*Utslipp har slamavskiller.

2.2 Dagens miljøtilstand

Utslippet av avløpsvann vil plasseres i vannforekomsten Karmsundet-Kopervik (0242040102-C), som hører til Nordsjøen-Sør og er betegnet som beskyttet kyst/fjord (Figur 2.3). Karmsundet er omkring 30 km langt og ved utslippspunktet er det omkring 1,4 km bredt. Dybden i sundet varierer mellom grunne områder i nord hvor det bare er 10-15 meter og dypere områder, særlig mot sør, hvor dypet raskt øker til over 200 meter. Vannforekomstens nåværende klassifisering er moderat økologisk tilstand, mens den kjemiske tilstanden er dårlig. Dette baseres blant annet på undersøkelser av klorofyll i 2009, makroalger i 2016, bunnfauna i 2018, næringsstoffer i 2015 og vannregionspesifikke stoffer i flere forskjellige år (Vann-nett, 2022). Undersøkelsene er i hovedsak utført i nordre delen av vannforekomsten. I Vann-nett er det også foretatt en vurdering koblet til risiko for å ikke oppnå miljømålene (minst god samlet tilstand), hvor det anses at nye tiltak er nødvendig for å nå god miljøtilstand (Vann-nett, 2022).

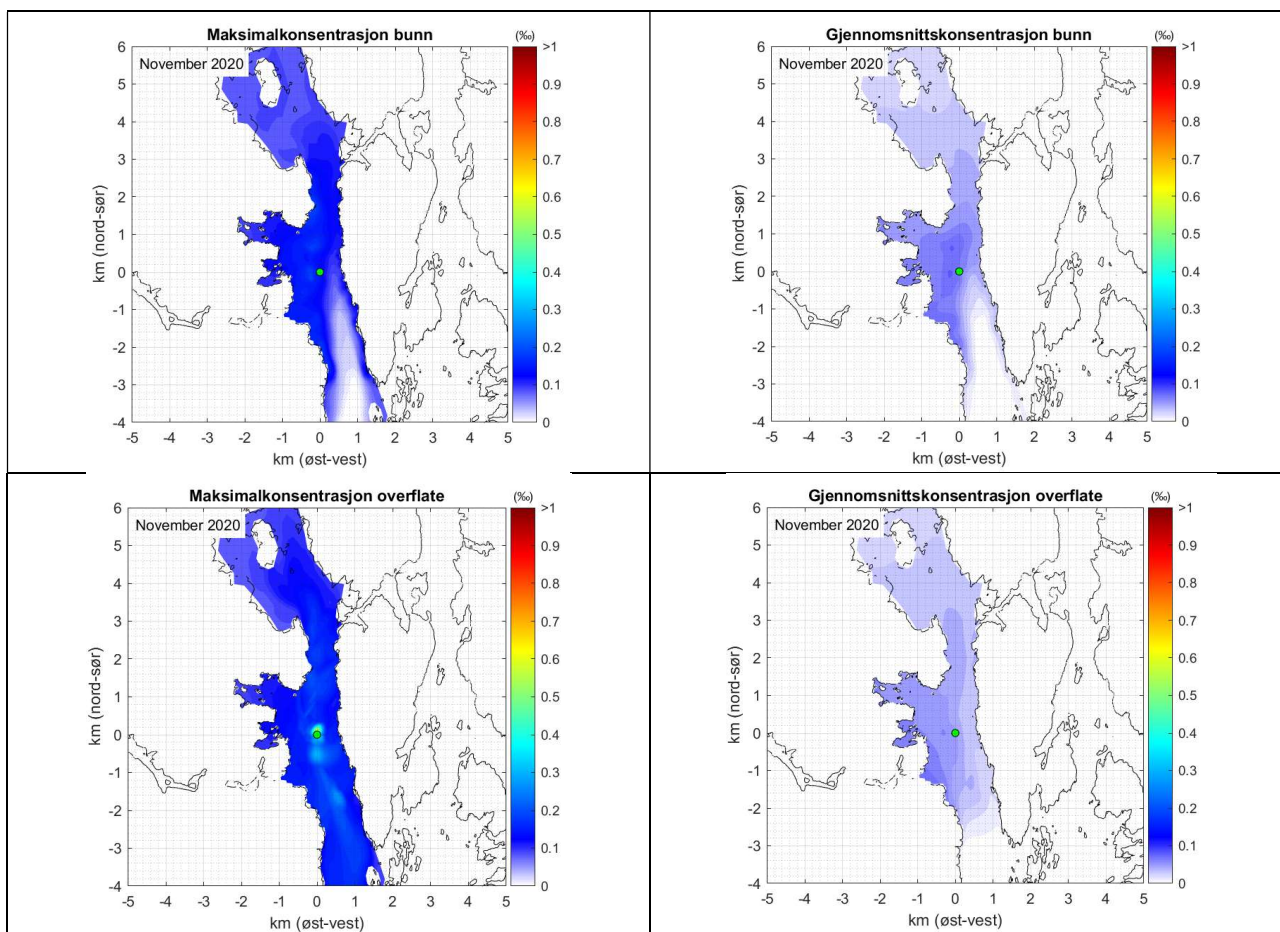


Figur 2.3 Berørt vannforekomst markert med blått, Karmsundet-Kopervik (0242040102-C), som hører til Nordsjøen-Sør og er betegnet som beskyttet kyst/fjord (Kartkilde, Vann-nett, 2022).

2.3 Vannutskifting, strømforhold og spredning

Ved strømmålinger utført i perioden august til september i 2021 ble gjennomsnittlig strøm ved 30 og 55 (bunn) meters dyp vurdert som sterk. Strømmen ble vurdert til tidevannsdominert. Det er naturlig med strømstille når tidevannet skifter fra flo til fjære eller motsatt og varigheten kan ha betydning for vannutskiftingen i et område. Målinger viser at på dypet for utslippspunktet er vannutskiftingen vurdert som god (Åkerblå AS, 2021a).

Resultater fra modellering viste at både bunnvannet og overflatevannet kan tilføres forfynnet utslippsvann i hele vannforekomsten (Figur 2.4). Konsentrasjonen var imidlertid alltid lav. Gjennomsnittskonsentrasjonene ble beregnet å være veldig lave. Figuren viser modelleringsresultater fra november 2020, men for både maksimal konsentrasjon og gjennomsnittskonsentrasjon var resultatene relativt like mellom måneder (Åkerblå AS, 2021b).

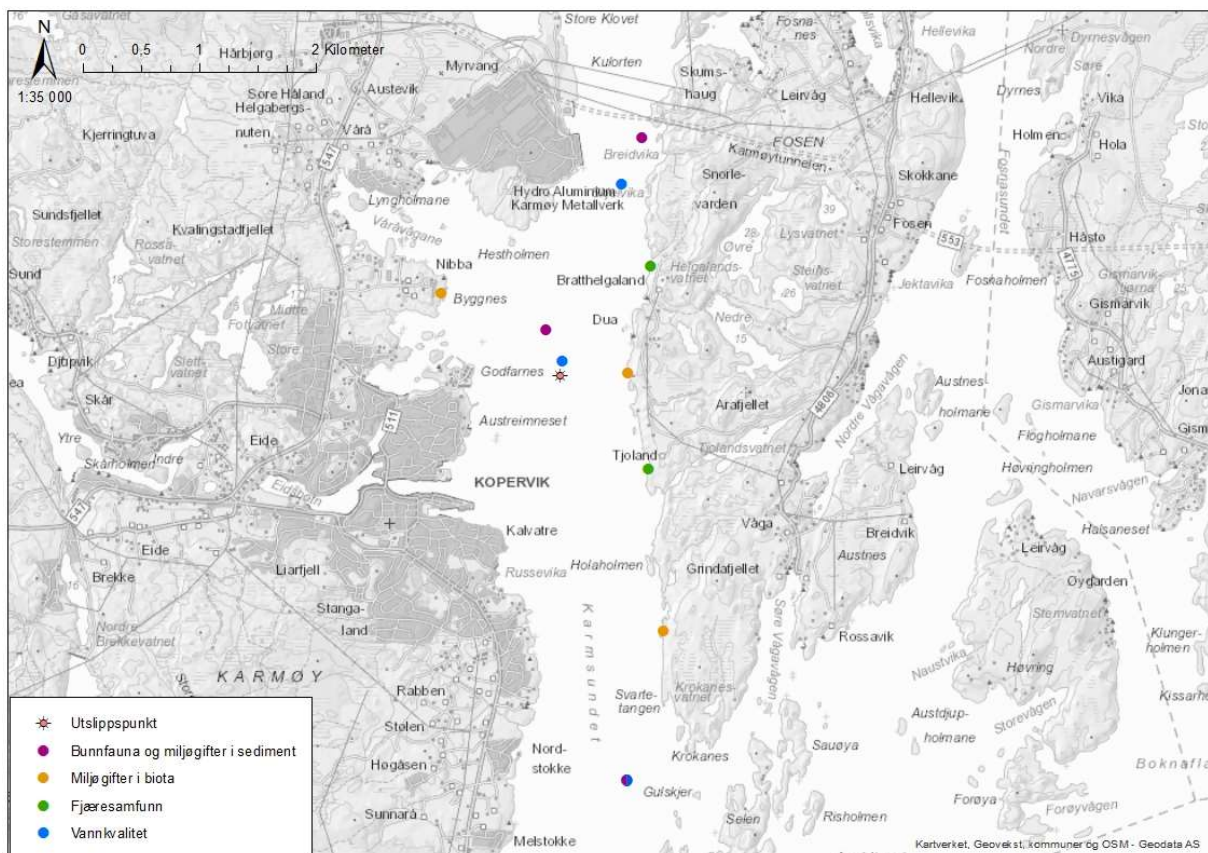


Figur 2.4 Maksimal (venstre) og gjennomsnittlig (høyre) konsentrasjon på bunn (øverst) og i overflaten (nederst) i løpet av november 2020. De andre månedene viste lignende resultat. Utslippspunktet er vist med grønn prikk.

2.4 Faglig program for undersøkelsen

Gjennomført undersøkelse av resipienten har fulgt program godkjent av Statsforvalteren i Rogaland og er utarbeidet av Cowi (COWI, 2021). Resultatene er vurdert i henhold til vannforskriften og er klassifisert etter gjeldende nasjonale veiledere. Følgende delprosjekter er gjennomført og er presentert i vedlegg til denne rapporten (Figur 2.5):

1. Bunnfauna
2. Fjæresamfunn
3. Vannkvalitet og hydrografi
4. Miljøgifter i sediment
5. Miljøgifter i biota



Figur 2.5 Plassering av prøvestasjoner for bunnfauna og miljøgifter i sediment (lilla), miljøgifter i biota (oransje), fjæresamfunn (grønn) og vannkvalitet (blå). Utslippspunkt er vist med oransje prikk med streker.

3 Metode

3.1 Klassifisering av tilstand – økologisk og kjemisk

I henhold til Forskrift om rammer for forvaltningen (Vannforskriften) §4 skal alle vannforekomster ha minst god økologisk og kjemisk tilstand. EUs rammedirektiv for vann har som mål at forvaltning av vannforekomster skal skje etter samme prinsipper over hele Europa. For vurdering av tilstand har Miljødirektoratet utarbeidet et klassifiseringssystem for vannforekomster, veileder 02:2018 (Direktoratgruppen for vanndirektivet, 2018).

3.1.1 Økologisk tilstand

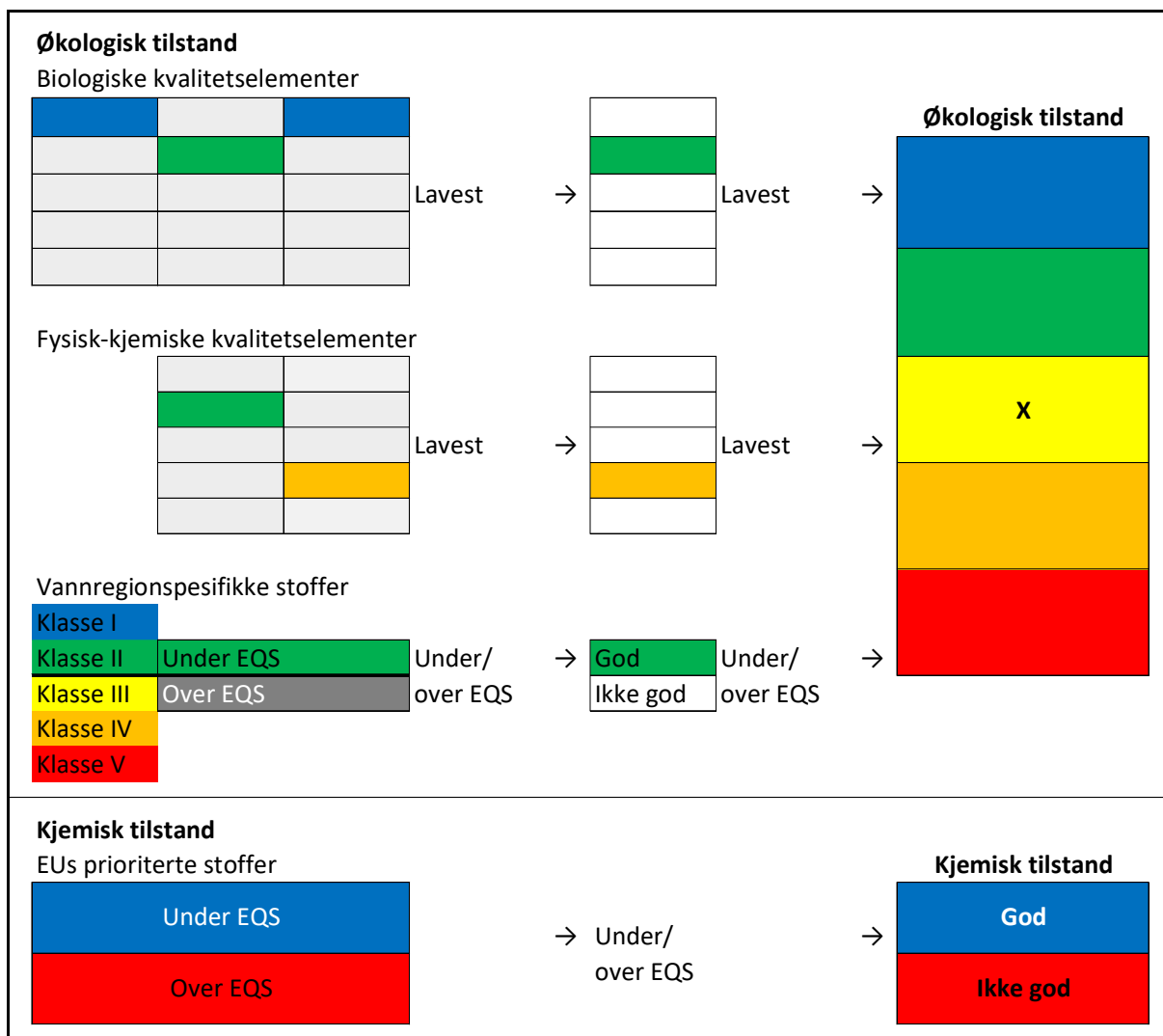
Vurdering av økologisk tilstand baseres på undersøkelser av biologiske, fysisk-kjemiske og hydromorfologiske kvalitetselementer. Klassifiseringssystemet omfatter fem tilstandsklasser (Figur 3.1). Svært god kalles også referansetilstand, som defineres som tilstanden for et kvalitetselement der det er liten eller ingen menneskelig påvirkning på vannforekomsten og grensen er satt ved grenseverdien mellom god og moderat tilstand. Den økologiske tilstanden i en vannforekomst skal bestemmes av det kvalitetselement som gir den dårligste tilstanden og det kalles for det verste styrer prinsippet (Figur 3.2). Vannregionspesifikke stoffer, som bestemmes nasjonalt, inkluderes for å beskrive økologisk tilstand. De blir brukt inn i vurderingen av økologisk tilstand om verdiene for de biologiske kvalitetsparameterne er svakt endret og avviker bare litt fra referansetilstanden (Figur 3.3).

Økologiske tilstandsklasser	Kjemiske tilstandsklasser
Svært god	God
God	Ikke god
Moderat	
Dårlig	
Svært dårlig	

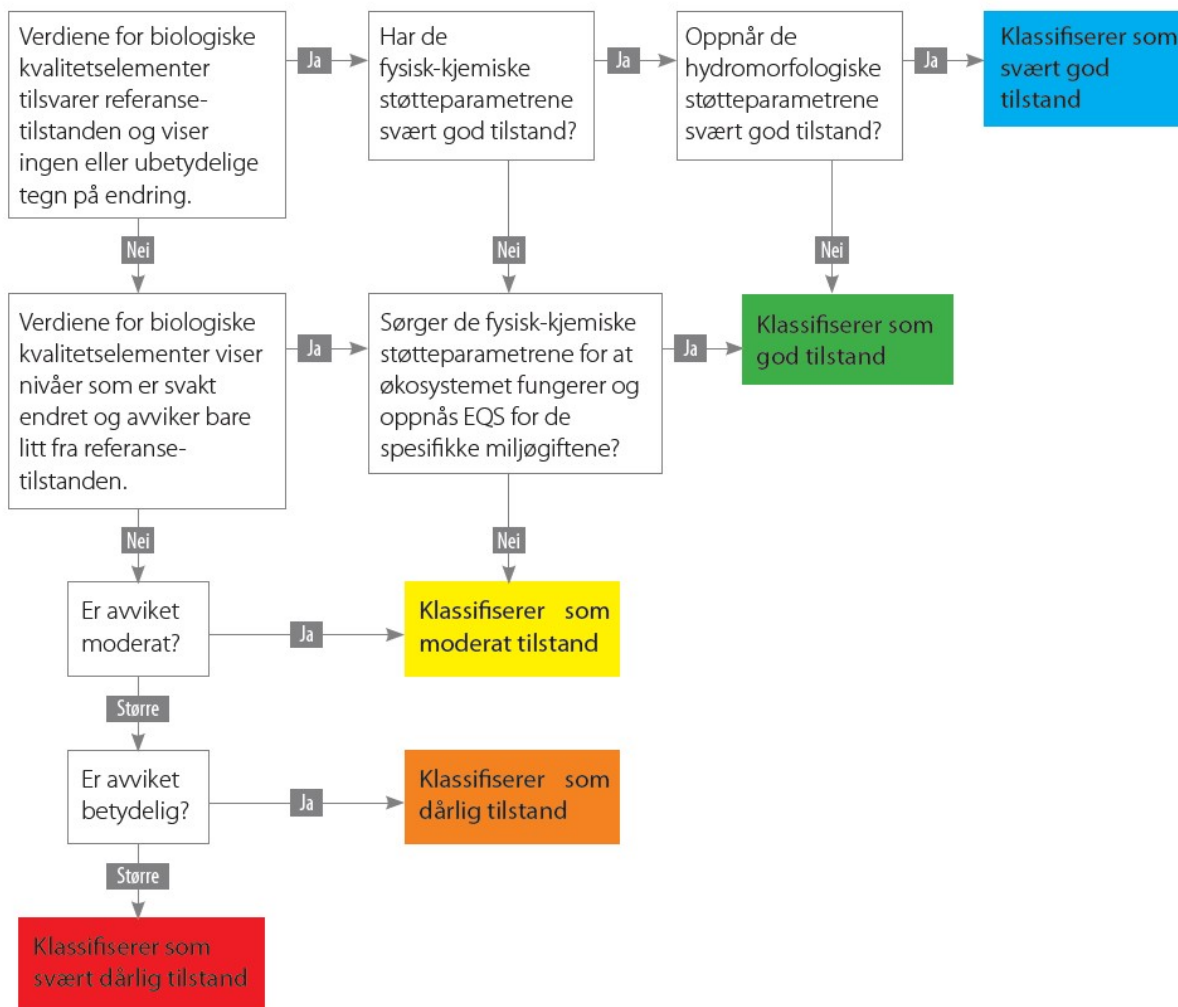
Figur 3.1 Inndeling av økologiske (venstre) og kjemiske (høyere) tilstandsklasser etter veileder 02:2018.

3.1.2 Kjemisk tilstand

Vurderingen av kjemisk tilstand baseres på undersøkelser av kjemiske kvalitetselementer. Disse utgjøres av prioriterte stoffer som er fastsatte av inngår i EUs rammedirektiv for vann og som er implementert i norsk vanndirektiv. For å oppnå miljømålet god kjemisk tilstand skal utslippet av de prioriterte stoffene reduseres eller opphøre slik at det oppnås konsentrasjoner som ligger nær bakgrunnsnivået for naturlig forekommende stoffer og nær null for menneskeskapt stoffer. Klassifiseringssystemet omfatter to tilstandsklasser (Figur 3.1).



Figur 3.2 Skjematisk beskrivelse av det verste styrer prinsippet for klassifisering av miljøtilstand i en resipient. Biologiske, fysisk-kjemiske og vannregionspesifikke som inngår i vurderingen er representert med søyler hvor fiktiv tilstandsklasse er markert. Figuren angir en femdelt klasseinndeling for vannregionspesifikke stoffer. For biota samsvarer ikke gamle klassegrenser i SFT-97:03 med EQS. EQS ble benyttet for klassifisering av biota.



Figur 3.3 Flytdiagram som viser hvordan hydromorfologiske og fysisk-kjemiske støtteparametere påvirker klassifiseringen i en vannforekomst. Hentet fra veileder 02:2018.

3.2 Vurdering av resipientens følsomhet

Klassifisering av en resipients følsomhet vurderes av forurensningsmyndigheten. Myndigheten kan vurdere en marin vannforekomst eller et marint område som et mindre følsomt område dersom utslipp av avløpsvann ikke har skadevirkninger på miljøet på grunn av områdets morfologi, hydrologi eller særskilte hydrauliske forhold (Forurensingsforskriften, Del 4 kapittel 11). Ved registreringer av mindre følsomme områder skal man ta hensyn til faren for at utslipp kan bli ført til tilstøtende områder der de kan ha skadevirkninger på miljøet. For nye utslipp skal det gjennomføres undersøkelse om en resipient kan klassifiseres som mindre følsom før det er mulig å få godkjent mindre omfattende rensing enn sekundærrensing av kommunalt avløpsvann.

EUs avløpsdirektiv har som hovedkrav at det skal være sekundærrensing på kommunalt avløpsvann fra tettbebygget område med maksimal ukentlig belastning på over 10 000 pe i sjø. I «mindre følsomme områder» åpner direktivet opp for unntak fra kravet om sekundærrensing, dersom undersøkelser viser at resipientforholdene er gunstige.

Muligheten for mindre omfattende rensing er avhengig av type resipient (ferskvann, elvemunning eller sjø), tilstand i resipienten (følsom, normal eller mindre følsom) og den samlede størrelsen på utslippene fra tettbebyggelsen. Resipienten Karmsundet inngår i kystfarvann og elvemunninger fra Lindesnes til Grense Jakobselv som er klassifisert som «ikke følsomme».

Veileder SFT TA-1890/2005 skiller på fem forskjellige tilfeller der det er behov for resipientundersøkelser. Fire gjelder unntak fra direktivets hovedrensekrav, og én gjelder revidering av inndelingen av følsomme og mindre følsomme områder (se Tabell 1 i SFT TA-1890/2005). Ved etablering av nytt renseanlegg og nytt samlet utslippspunkt i Karmsundet er følgende alternativ aktuelt (nr 3 i veileder, tabell 1):

«Resipientundersøkelse for å avgjøre om utslipp etter primærrensing *ikke har skadevirkninger* på miljøet i mindre følsomme områder».

Søknaden skal sendes til Statsforvalter som avgjør saken. Forutsetningen for unntak fra hovedkravet er at følgende punkter tilfredstilles:

1. Utslippene ligger på kyststrekningen Lindesnes – Grense Jakobselv, med unntak av Grimstadsfjordsområdet
2. Utslippene minst har gjennomgått primærrensing
3. Anleggseier kan gjennom grundige undersøkelser vise både at utslippene ikke har skadevirkninger på miljøet og at resipienten kan klassifiseres som mindre følsom if. Kriteriene i vedlegg C
4. Anleggseiere sannsynliggjøre at utslippene ikke påvirker elvemunningsområder

I vedlegg C er følgende beskrevet:

Myndigheten kan vurdere en marin vannforekomst eller et marint område som et mindre følsomt område dersom utslipp av avløpsvann ikke har skadevirkninger på miljøet på grunn av områdets morfologi, hydrologi eller særskilte hydrauliske forhold.

Ved registrering av mindre følsomme områder skal man ta hensyn til faren for at et utslipp kan bli ført til tilstøtende områder der de kan ha skadevirkninger på miljøet. Følsomme områder utenfor Norge skal anerkjennes.

Det skal tas hensyn til forholdene nedenfor når mindre følsomme områder registreres:

Åpne vikar, elvemunninger og andre sjøområder som har god vannutskifting, og som ikke er utsatt for eutrofiering eller oksygensvinn, eller som ikke ventes å bli eutrofe eller å bli utsatt for oksygensvinn som følge av utslipp av avløpsvann fra byområder.

Det er foreslått ulike faglige hovedtemaer som vanligvis bør undersøkes ved de forskjellige resipientundersøkelser slik som denne i Karmsundet. I denne undersøkelsen er det utført punkt 1-6, utenom algevekst i vannmassen som ikke var med i overvåkingsprogrammet.

1. Avgrensing av nærsone for utslippet
2. Næringssalter og algevekst i vannmassen
3. Oksygenforhold
4. Bløtbunnsfauna
5. Organisk karbon i sedimentet
6. Littoral hardbunn
7. Sublittoral hardbunn

I tillegg er det «andre aktuelle temaer», hvor 2 og 3 er utført i denne undersøkelsen.

1. Konsentrasjon av tarmbakterier
2. Miljøgifter i sediment
3. Miljøgifter i marine organismer

Øvrige undersøkelser som er vektlagt ved vurdering av resipientens følsomhet er modellering av innlagingsdyp og videre fortykning og er tidligere utført i resipienten (Åkerblå AS, 2021a og Åkerblå AS, 2021b).

Fokus ved vurderingen av resipientens følsomhet legges i denne undersøkelsen på de hovedtemaer som er rettet mot følsomhet for *eutrofiering og oksygenivåer*, da mindre følsomme områder er «*sjøområder som har god vannutskifting, og som ikke er utsatt for eutrofiering eller oksygensvinn, eller som ventes å bli eutrofe eller å bli utsatt for oksygensvinn som følge av utslipp av avløpsvann fra byområder*» (SFT TA-1890/2005). Klassifisering av tilstand for respektive biologisk/økologisk parametere analysert etter overvåkingsplanen

brukes for vurdering av resipientens følsomhet og øvrige temaer er brukt for å nyansere vurderingen. Modellering av innlagringsdyp og videre fortykning samt stasjonsplassering fra overvåkingsplan er brukt for å avgrense resipienten som blir vurdert.

3.3 Vurdering av tiltakets påvirkning på resipienten

Tiltakets påvirkning på resipienten vil være avhengig av resipientens evne til å håndtere utslippet og størrelsen på utslippet. For vurderingen tas det utgangspunkt i nåværende utslippsmengder og beskrivelsen av tilstanden i resipienten.

I forskrift om begrenning av forurensning er det fastsatte definisjoner av rensegrad. Primærrensing er en renseprosess der to kriterier må oppfylles:

1. BOF₅-mengde i avløpsvannet reduseres med minst 20% av det som blir tilført rensenanlegget eller ikke overstiger 40 mg O₂/l ved utslipp.
2. Mengden suspendert stoff i avløpsvannet reduseres med minst 50% av det som blir tilført rensenanlegget eller ikke overstiger 60mg/l ved utslipp.

For sekundærrensing gjelder følgende:

1. BOF₅-mengde i avløpsvannet reduseres med minst 70 % av det som blir tilført rensenanlegget eller ikke overstiger 25 mg O₂/l ved utslipp
2. KOF-mengden i avløpsvannet reduseres med minst 75 % av det som blir tilført rensenanlegget eller ikke overstiger 125 mg O₂/l ved utslipp.

Primærrensing kan skje med forskjellige mekaniske prosesser hvor slampartikler ned til ca. 0,1 mm som deretter kan fjernes ved sedimentering eller filtreres gjennom fine siler. Prosjektet PRIMÆRRENS viste at avløpets sammensetning er helt avgjørende for om man klarer kravet til primærrensing eller ikke (SFT TA-2088/2005).

Ved sekundærrensing brukes i tillegg andre metoder som biologisk og kjemisk rensing. Ved biologisk rensing blir det i større grad fjernet organiske miljøgifter, legemiddelrester, virus, bakterier og mikroplaster enn ved kjemisk rensing.

Vurderingen om resipienten tåler primærrenset utslipp eller ikke baseres på at anleggseier kan garantere at primærrensingen fungerer tilfredsstillende og tar ikke høyde for uforutsette hendelser i driften av anlegget.

4 Resultat og diskusjon

4.1 Økologisk tilstand

4.1.1 Bunnfauna

Undersøkelsen viste svært gode forhold ved samtlige undersøkte stasjoner i Karmsundet, og gjennomsnittlig nEQR gir svært god tilstand (Tabell 4.1). Stasjonene hadde relativt like faunasammensetning, og ble dominert av forurensingstolerante (KARM-SED-1) og opportunistiske arter (KARM-SED-2 og KARM-SED-REF), men dominansen var ikke særlig høy. Det var ellers en høy biodiversitet i området som følge av en jevn individfordeling mellom artene.

Det var utfordringer med å finne sediment på KARM-SED-1 og KARM-SED-2, hvor det var hardbunn og store steiner. Prøver fra stasjonene ble innhentet i nærmeste område hvor det var bløtbunn. Dette området samsvarte med hvor modelleringen angav størst påvirkning fra utslippspunktet (Åkerblå AS, 2021b). Samlet sett mener Åkerblå at stasjonsplassering og resultatene er representative til å beskrive økologiske tilstand i nåværende undersøkelse i Karmsundet (Åkerblå, 2022a; Vedlegg 1).

4.1.2 Fjæresamfunn

Resultatene tyder på at miljøtilstanden er god både ved KARM-F1 og KARM-F2. Det ble registrert noe lavere nEQR-verdi ved KARM-F2 enn ved KARM-F1, og dette skyldes færre arter brunalger og flere arter grønnalger (Tabell 4.1). Likevel var de to stasjonene stort sett like, både med tanke på fjærepotensiale og algesammensetning (Åkerblå, 2022b; Vedlegg 2).

4.1.3 Fysisk-kjemiske støtteparametere

Nivåene av de forskjellige fosfor- og nitrogenstoffene viste god eller svært god tilstand ved foreliggende månedlige målinger. Klassifiseringen for gjennomsnittsverdier gir svært god tilstand for alle parametere både for sommer og vinter (Åkerblå, 2022c; Vedlegg 3). Målinger utført i vinterhalvåret vil fange opp potensielle overkonsentrasjoner av næringsstoffer, mens målinger i sommerhalvåret kan fange opp effekter og tilførsler som er knyttet til avrenning eller utslipp. For å oppnå god klassifisering må det innhentes prøver fra 3 sammenhengende år på grunn av årlige fluktuasjoner. Resultatene indikerer imidlertid at innholdet av næringsalter er bakgrunnsnivå i området.

Målinger av oksygeninnholdet i bunnvannet viser svært god tilstand på alle stasjoner i måleperioden (Tabell 4.1). Dette viser at vannutskiftning i området er god og at organisk nedbrytning ikke påvirker vannkvaliteten i sjøbunnen.

Resultater fra målinger av siktedypet indikerer at en kort periode (juni) påvirkes av en del partikler i øvre del av vannsøylen, men gjennomsnittet for hele perioden for alle stasjoner viser god tilstand.

4.1.4 Vannregionspesifikke stoffer i sediment

Vannregionspesifikke stoffer i sediment ble undersøkt på samme tre stasjoner som bunndyr ble opphentet (Åkerblå, 2022d; Vedlegg 4). Det ble registrert overskridelser av miljøkvalitetsstandard (EQS) for PAH-stoffene acenaften, pyren, benzo[a]antracen, krysen/trifenylen og dibenzo[a,h]antracen. Hver stasjon hadde overskridelse av to eller flere av disse stoffene. Tilstandsklassifisering etter veileder M-608 varierte mellom tilstand II (god) og tilstand IV (dårlig). Konsentrasjonene av undersøkte metaller og PCB₇ var alle under EQS og tilstanden ble klassifisert til bakgrunnsnivå, klasse I (Tabell 4.1).

4.1.5 Vannregionspesifikke stoffer i biota

For klassifisering av økologisk tilstand for miljøgifter i biota, baseres vurderingen på de to undersøkte stoffene som har EQS-verdier fra veileder 02:2018; benzo(a)antracen og PCB₇.

Innsamlet mengde prøvemateriale var for lavt med unge individer for KARM-BIO-1 og KARM-BIO-3. Dette resulterte i at deteksjonsgrensen for analysene av noen stoffer var høyere enn EQS-verdien, som gjør at tilstand ikke kan utledes for disse stoffene. For stasjon KARM-BIO-2 var blåskjellene i riktig størrelsesorden, men det ble funnet færre individer enn beskrevet i programmet (ønsket ≥ 20 individer), og en lavere utvalgsstørrelse introduserer usikkerhet på hvorvidt utvalget har representativitet i populasjonen. På bakgrunn av dette vil resultater funnet i undersøkelsen sammenlignes med Tiltaksorientert vannovervåking etter vannforskriften i Karmsundet (NIVA, 2022), hvor flere stasjoner med analyser av blåskjell var fra samme resipient.

Samtlige resultater viste konsentrasjoner som var lavere enn EQS for benzo(a)antracen, men ikke for PCB₇ (Tabell 4.1). Resultater for PCB₇ er noe usikre grunnet lav prøvevolum ved KARM-BIO-3. Basert på andre resultater i resipienten, hvor det ikke var overskridelser av EQS i vannregionspesifikke stoffer, vurderes også resultatene fra inneværende undersøkelse som tilforlatelige (NIVA, 2022). Ettersom verste styrer-prinsippet brukes, vil samlet økologisk tilstand for resipienten trekkes ned av resultatene for PCB₇.

Tabell 4.1 Sammenstilling av økologisk tilstand per kvalitetsparametere i undersøkt resipient i Karmsundets sørlige del. Biologiske kvalitetselementer er presentert med nEQR verdier for respektive stasjon og tilstand er klassifisert etter veileder 02:2018. De kjemiske parametere er presentert med oppmålte mengder av stoffene og klassifisert etter følgende: Fysisk-kjemiske støttparametere – veileder 02:2018, Vannregionspesifikke stoffer i sediment – veileder M-608/2018 og vannregionspesifikke stoffer i biota – veileder 02:2018. Fet skrift representerer verdier som overskrider gitt miljøkvalitetsstandard (EQS) for respektive stoff.

Økologisk tilstand					
Biologiske kvalitetselementer					
	KARM-SED-1	KARM-SED-2	KARM-SED-Ref	Gjennomsnitt	
Bunnfauna	0,849	0,818	0,801	0,82	
Fysisk-kjemiske støttparametere					
	KARM-VANN-1	KARM-VANN-2	KARM-VANN-Ref	Gjennomsnitt	
Sommer	Oksygen mengde (ml/L)	5,4	5,3	5,5	5,4
	Oksygen metning (%)	59	58	58	59
	Siktedyp (m)	6,9	7,0	8,1	7,3
	Tot P	11,1	10,8	7,7	9,9
	Fosfat	2,4	2,1	1,8	2,1
	Tot N	145	146	137	142,7
	Nitrat	1,8	2,6	1,8	2,1
	Ammonium	8,8	12,1	6,9	9,3
Vinter	Tot P	14,6	14,7	17,5	15,6
	Fosfat	10,1	10,2	12,5	10,9
	Tot N	201	204	215	206,7
	Nitrat	46,4	45,9	44,5	45,6
	Ammonium	4	4,3	4,5	4,3
Vannregionspesifikke stoffer					
	KARM-SED-1	KARM-SED-2	KARM-SED-Ref	Gjennomsnitt	
Sediment	Arsen (As)	3,9	5,3	6,7	5,3
	Kobber (Cu)	9,1	9,7	18	12,3
	Krom (Cr)	12	14	30	18,7
	Sink (Zn)	50	34	66	50
	Acenaftalen	< 0,010	< 0,010	< 0,010	<0,010
	Acenaften	0,12	0,085	0,044	0,083
	Fluoren	0,066	0,047	0,024	0,046
	Fenantren	0,53	0,36	0,2	0,363
	Pyren	0,8	0,54	0,35	0,563
	Benzo[a]antracen	0,51	0,35	0,23	0,363
	Krysen/Trifenylene	0,52	0,36	0,24	0,373
	Dibenzo[a,h]antracen	0,081	0,06	0,061	0,067
	Σ 7 PCB	0,0012	0,0012	0,0006	0,001
	Vannregionspesifikke stoffer				
		KARM-BIO-1	KARM-BIO-2	KARM-BIO-3	Gjennomsnitt
Biota	Benzo[a]antracen	<20	<5,0	<40	<22
	Σ 7 PCB	1,5	1,8	<3,5	1,65

4.1.6 Sammenstilling av økologisk tilstand

Ved vurdering av samlet tilstand i en resipient følges tidligere beskrevet metode med bruk av verste styrer prinsippet (Figur 3.2) og vurdering av biologiske kvalitetselementer og støtteparametere (Figur 3.3).

Referansestasjon hvor det er innhentet prøver for bløtbunnsfauna og miljøgifter i sediment lå i en annen vannforekomst enn øvrige stasjoner som ble prøvetatt for samme parametere. Alle stasjonene ble imidlertid inkludert i beregning av samlet økologisk (og også kjemisk) tilstand i resipienten. Grunngevingen for dette valget var å øke utvalgsstørrelsen og at resultatene var relativt like slik at det ikke ville vært landet en annen tilstand dersom referansestasjonen var ekskludert. Ved etablering vil stasjonene få ulike funksjoner, hvor referansestasjonen vil kunne sammenlignes med stasjoner i influens.

De biologiske kvalitetselementene bunnfauna og fjæresamfunn viste henholdsvis i gjennomsnitt svært god og god tilstand. Med verste styrer prinsippet blir tilstanden for biologiske kvalitetsparametere «god» (Tabell 4.2). Grunnet dette skal det sjekkes om vannets fysisk-kjemiske støtteparametere sørger for at økosystemet fungerer og om EQS oppnås for de spesifikke miljøgiftene. Fysisk-kjemiske støtteparametere fikk «god» tilstand, mens det for noen vannregionspesifikke stoffer (PAH-forbindelser) var overskridelser av EQS i både sediment og biota og gis tilstand «ikke god». Dette gjør at resipienten vurderes til moderat tilstand. Hvilket er det samme som er angitt for vannforekomsten hvor denne resipient er plassert i (Vann-nett, 2022).

Tabell 4.2 Sammenstilling av økologisk tilstand i undersøkt resipient i Karmsundets sørlige del. Tilstand etter veileder 02:2018.

Sammenstilling av økologisk status		
	Tilstand	Samlet status
Biologiske kvalitetselementer	God	Moderat
Bunnfauna		
Fjæresamfunn		
Fysisk-kjemiske støtteparametere	God	
Overflatelag, sommer		
Overflatelag, vinter		
Vannregionspesifikke stoffer	Ikke god	
Sediment		
Biota		

4.2 Kjemisk tilstand

Vurderingen av kjemisk tilstand baseres på nivåene av prioriterte stoffer i sediment og biota og er presentert i Tabell 4.3 (Åkerblå AS, 2022d og 2022e). Det var stor variasjon i nivå av miljøgifter for flere av stoffene, hovedsakelig for PAH-forbindelser i sediment.

Tabell 4.3 Sammenstilling av kjemisk tilstand per kvalitetsparametere i undersøkt resipient i Karmsundets sørlige del. I tabellen er de av EUs prioriterte stoffer som er analysert for i denne undersøkelsen. De undersøkte miljøgifter som har fastsatt miljøkvalitetsstandard er presentert i tabellen, øvrige kan ses i respektive delrapport (Åkerblå AS, 2022d og e). De kjemiske parameterne er presentert med oppmålte mengder av stoffene og klassifisert etter følgende: Miljøgifter i biota – veileder SFT 97:03 og miljøgifter i sediment – veileder M-608/2018. Fet skrift representerer verdier som overskrider gitt miljøkvalitetsstandard (EQS) for respektive stoff. Tall med rød skrift indikerer verdier hvor deteksjonsgrensen for analysene var høyere enn EQS-verdien for undersøkt parametere.

Prioriterte stoffer					
Biota		KARM-BIO-1	KARM-BIO-2	KARM-BIO-3	Gjennom- snitt
Metaller					
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<0,02	0,02	<0,02	<0,02
PAH					
Antracen	µg/kg	<20	<5,0	<40	<21,7
Benzo[a]pyren	µg/kg	<20	<5,0	<40	<21,7
Fluoranten	µg/kg	<20	<5,0	<40	<21,7
Naftalen	µg/kg	<20	<10	<40	<23,3
Sediment		KARM-SED-1	KARM-SED-2	KARM-SED-Ref	
Metaller					
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	0,14	0,12	0,08	0,11
Bly (Pb)	mg/kg TS	12	13	29	18,00
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	0,06	0,10	0,19	0,11
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	8	8,3	21	12,43
PAH					
Antracen	mg/kg TS	0,099	0,068	0,037	0,07
Fluoranten	mg/kg TS	0,99	0,7	0,43	0,71
Naftalen	mg/kg TS	0,048	0,034	0,019	0,03
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,54	0,4	0,27	0,40
Benzo[b]fluoranten	mg/kg TS	0,8	0,57	0,53	0,63
Benzo[k]fluoranten	mg/kg TS	0,31	0,2	0,2	0,24
Benzo[ghi]perylene	mg/kg TS	0,38	0,29	0,3	0,32
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,44	0,31	0,34	0,36
∑ PAH(16) EPA	mg/kg TS	6,2	4,4	3,3	4,63
TBT					
Tributyltinn Forvalt.	µg/kg tv	6,2	7,1	3,9	5,73

4.2.1 Prioriterte stoffer i biota

For miljøgifter i biota ble det ikke påvist PAH-forbindelser. Deteksjonsgrensen var imidlertid over EQS for to forbindelser på to stasjoner. Konsentrasjonene av kvikksølv i en biotaprøve ved KARM-BIO-2 var verdien på EQS og ligger nære grensen, men vurderes som «god». Gjennomsnittlig konsentrasjon for kvikksølv var også under EQS. Ved prøvetakingen av blåskjell ble det vurdert at prøvevolum ville være tilstrekkelig til tross for små individer. Skjellenes alder ble bestemt til ca. 1 år og ble dermed også vurdert å være like representative som om det ble plassert ut skjell i tre måneder. På grunn av usikkerheten grunnet lavt prøvevolum og liten utvalgsstørrelse, klassifiseres ikke tilstand for miljøgifter i biota på resultater fra analyser av benzo[a]pyren og fluoranten for alle stasjoner. Men resultater fra undersøkelser utført i området samme år, indikerer at nivåene for disse stoffene ligger under EQS (NIVA, 2022). Basert på resultater fra kvikksølv, antracen og naftalen vurderes kjemisk tilstand til «god», da gjennomsnittlig mengde for stasjonene er lavere eller lik EQS (Åkerblå AS, 2022e).

4.2.2 Prioriterte stoffer i sediment

Konsentrasjonen av prioriterte stoffer i sediment viste tilstand I (bakgrunn) eller II (god) for metaller. For PAH-forbindelsene ble i hovedsak tilstanden IV (dårlig). For tributyltinn var tilstanden III (moderat) for stasjonene plassert mer sentralt i Karmsundet, og referansestasjon i sør viste tilstand II (god). Klassifisering av tilstand for prioriterte stoffer i sediment ble dermed vurdert til «ikke god».

4.2.3 Sammenstilling av kjemisk tilstand

Prioriterte stoffer i biota og sediment i Karmsundet viser i hovedsak konsentrasjoner over miljøkvalitetsstandard i sediment og under for biota. Basert på verste styrer prinsippet for undersøkt resipient i sørlige del av Karmsundet, blir samlet kjemisk tilstand vurdert til «ikke god» (Tabell 4.4).

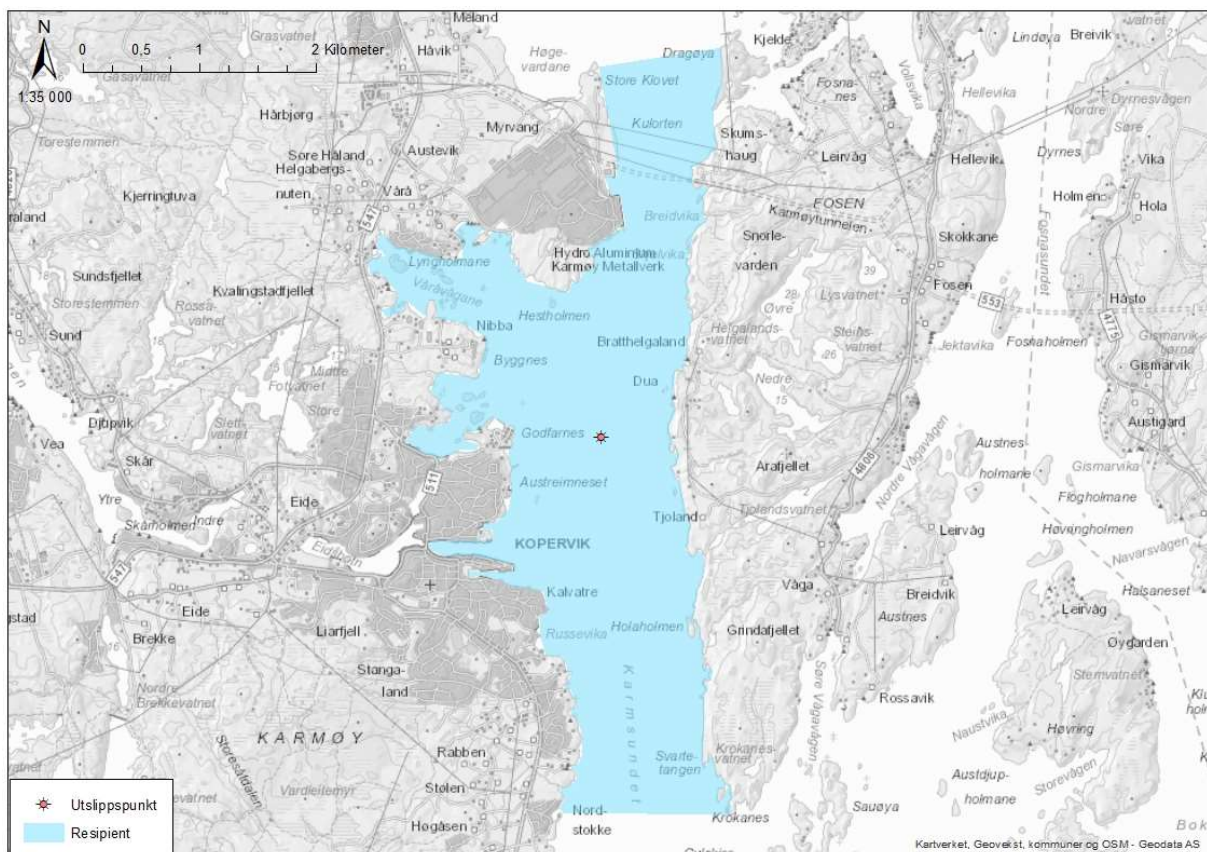
Tabell 4.4 Sammenstilling av kjemisk tilstand i undersøkt resipient i Karmsundets sørlige del. Tilstand etter veileder 02:2018.

Sammenstilling av kjemisk status		
	Tilstand	Samlet tilstand
Prioriterte stoffer biota	God	Ikke god
Prioriterte stoffer sediment	Ikke god	

4.3 Resipientens følsomhet

Undersøkt resipient er plassert på strekningen Lindesnes til grensen Jakobselv og er klassifisert som ikke følsom. Det er ikke elvemunninger i området som kan påvirkes av utslippet. Dermed har resipienten forutsetninger for å kunne klassifiseres til mindre følsomt område. Denne undersøkelse skal danne grunnlag for å vurdere om det kan søkes om fritak fra krav om sekundærrensing for nytt planlagt kommunalt renseanlegg.

Undersøkt resipient avgrenses i nord fra Dragøya (ca. 3,3 km fra planlagt utslipp) og ned til referansestasjonen, ved Krokanes (ca. 3,3 km sør for planlagt utslipp; Figur 4.1). Modellering av innlagringsdyp og spredning av avløpsvannet viser at ved svak strøm og svakt sjikt er innlagringsdyp 22 meter (Åkerblå, 2021b). Spredningsmodelleringen viste at avløpsvannet fortynnes til en lav konsentrasjon som i maksimalkonsentrasjoner vil være 0,5 ‰ i dette området.



Figur 4.1 Området sør og nord for planlagt utslipp som defineres som den resipient som skal vurderes i undersøkelsen. Planlagt utslippspunkt er markert med oransje prikk og resipienten med blå farge.

Ved undersøkelsen i 2021/22 ble fire av de hovedtemaer som er med i vurdering av resipientens følsomhet undersøkt; nærings-salter, oksygenforhold, bløtbunnsfauna og littoral hardbunn. Resultatene viser god eller svært god tilstand for undersøkte parametere (Tabell 4.5). Nærings-salter i vannmassen viste svært god tilstand både for sommer- og vinterverdier. Dette tyder på at vannmassene ikke er påvirket av tilførsler som er knyttet til avrenning eller avløp og at det ikke er overkonsentrasjoner av næringsstoffer i vinterperioden når næringen

ikke er bundet i biota (alger). Ved de hydrografiske målingene var oksygennivåene i bunnvannet høye og viste svært god tilstand ved hver måling (Åkerblå AS, 2022c). Det er vist i undersøkelsen av sedimenter at øverste sedimentlag (1 cm) har noe forhøyede verdier for totalt organisk karbon, men dette har ikke forandret artssammensetning av bunnfaunaen nevneverdig og tilstanden for bunnfauna var svært god (Åkerblå, 2022a og Åkerblå, 2022d). I fjæresamfunnet var det en variert artssammensetning som gav god tilstand (Åkerblå AS, 2022b). Forhøyede nivåer av vannregionspesifikke og prioriterte stoffer viser ikke tegn på å påvirke økologisk funksjon i resipienten. Biologiske- og fysisk-kjemiske kvalitetselementer legger derfor til grunn for vurderingen av følsomhet.

Samlet sett viser undersøkelsen at resipientens evne til å håndtere nåværende utslippsmengder basert på resultater fra ett års målinger er god, og resipienten vurderes til «mindre følsomt område». De kjemiske undersøkelsene i sediment og marine organismer og ble vurdert med tilstand «ikke god». Dette vurderes derimot ikke å påvirke resipientens kapasitet å håndtere planlagte utslippsmengder, da de hovedsakelig tilfører organisk materiale og næringsstoffer fra avløpsnett som dekker boligområder, byområder og sanitær fra produksjonsbedrifter. Utviklingen bør imidlertid overvåkes videre for vannforekomsten.

Tabell 4.5 Undersøkte biologiske og kjemiske parametere som inngår i hovedtemaer og andre temaer som brukes for vurdering av resipientens følsomhet. Tilstand for parametere i hovedtemaer er vist med fargekode; Blå (tilstand 1 - svært god), grønn (tilstand 2 - god), gul (tilstand 3 - moderat), oransje (tilstand 4 - dårlig) og rød (tilstand 5 - svært dårlig). Tilstand for parametere blant andre temaer er vist med fargekode; blå – god tilstand og rød- ikke god tilstand. Klassifisering av tilstand etter Veileder 02:2018.

Parametere		Tilstand
Hovedtemaer	Næringsalter i vannmassen	svært god
	Oksygenforhold	svært god
	Bløtbunnsfauna	svært god
	Littoral hardbunn	god
Andre temaer	Miljøgifter i sediment	ikke god
	Miljøgifter i marine organismer	ikke god

4.4 Tiltakets påvirkning på resipienten

Nåværende utslipp av kommunalt avløpsvann skjer i sju forskjellige avløp (Figur 2.1). Av disse har et av de mindre utslippene en slamavskiller (Håvik – 800 pe) mens de øvrige er ubehandlet og samlet bidrar alle avløp med utslipp av ca. 11 600 pe (Tabell 2.1). Nytt anlegg skal dimensjoneres for utslipp av 17 500 pe men har et forventet utslipp av ca. 14 900 pe i 2030.

I Vann-nett nevnes det at det er nødvendig med nye tiltak for å nå god miljøtilstand i vannforekomsten hvor vurdert resipient er plassert. Et av tiltakene vil være å samle urensede utslipp til et felles utslipp med primærrensing. Ved primærrensing skal mengden BOF_5 reduseres med minst 20 % og suspendert stoff med 50 %. Dette vil medføre at et nytt renseanlegg med primærrensing gir en minsket tilførsel av BOF_5 og suspendert stoff sammenlignet med nåværende tilførsel til resipienten. Med en forventet økning av utslipp til ca. 15 000 pe til 2030, vil primærrensing tilse at utslippsmengde av BOF_5 og suspendert stoff ikke kommer overskride eksisterende utslipp fra urensede avløp. Ved en økning til 17 500 pe vil det samlede utslippet øke tilførselen av BOF_5 -mengde sammenlignet med dagens tilførsel av urensede avløp. Fremtidige utslipp samsvarer dermed til dels med dagens urensede utslipp i BOF_5 -mengde og vil være lavere for suspendert stoff.

Det er ingen tegn til eutrofiering eller oksygensvikt i resipienten ved nåværende mengde utslipp. Seks av sju utslipp er i dag plassert innenfor undersøkt resipient og noe av effektene av de vil være målbare i denne resipienten. Effektene er trolig størst lokalt ved respektive utslipp, men det er ikke påvist i denne undersøkelsen, da målepunktene ikke er plassert i nærheten av disse utslippene. Med en sentral, dypere plassering av nytt utslipp, forventes en bedre spredning og fortykning sammenlignet med nåværende utslipp som ligger mer landnært plassert. Modelleringen viser at det er størst spredning mot nord og at konsentrasjonen ved bunn og overflate alltid er lav og under 0,5 ‰. Resultat fra undersøkelsen av bunndyr viste svært god tilstand og de vanligste artene var nedbrytere. Resultat viste også god vannutskiftning og ingen lave oksygennivåer ble observert i bunnvannet. Dette gir forutsetninger for at økosystemet i resipienten vil kunne håndtere en eventuelt økt tilførsel av organisk materiale direkte fra utslipp og fra sedimenterende materiale fra primærproduksjon (algevekst). Parametere som måler primærproduksjon i resipienten (siktedyp og makroalgeundersøkelse) viste god eller svært god tilstand, som også viser at det er forutsetninger for å klare en noe økt mengde tilførsel av næringsstoffer.

Den kjemiske tilstanden i resipienten er dårlig, men disse skyldes i hovedsak ikke utslipp fra kommunalt avløp. Det er flere utslippsskilder fra industri og sjøfart i området. Historisk har også flere av stoffene vært tillatt å bruke, men er det ikke lenger (for eksempel TBT). Hvordan den kjemiske tilstanden vil påvirkes av utslippet fra renseanlegget er vanskelig å uttale noe om da det ikke foreligger resultater på utslippets innhold av miljøgifter. Det vurderes at den kjemiske tilstanden trolig ikke i stor grad vil påvirkes av primærrenset kommunalt avløp fra i hovedsak sanitært avløpsvann fra boligfelt, sykehjem og industri. Tilstanden vil heller trolig ikke

forbedres av tiltaket. Prosessvann fra industri er ikke tilkoblet kommunalt avløp og bør behandles og vurderes separat.

Resultatene i undersøkelsen viser at nåværende utslipp ikke har påvirket biologisk funksjon i undersøkt resipient. Prøvestasjonene var ikke orientert mot nåværende utslipp, men det forventes at tilførselen vil kunne bli fanget opp ved flere av stasjonene i undersøkelsen. Ved økt avløpsmengde til 17 500 pe vil mengden eutrofierende stoffer på sikt øke sammenlignet med nåværende urensede tilførsel til resipienten. Modelleringen viste at den nye plasseringen av utslippspunkt til dypere områder, vil gi økt fortykning og spredning av avløpet mot nord. Gjennomførte undersøkelser viser at den økologiske tilstanden basert på biologiske kvalitetselementer har en god tilstand. Samtlige undersøkte parametere er som lavest over midten av spannet for god tilstand (nEQR = 0,6-0,8) og det vurderes derfor at resipientens evne til å klare av å håndtere den økte tilførselen av primærrenset kommunalt avløp er god.

Tidligere undersøkelser av biologiske kvalitetselementer i vannforekomsten nord for undersøkt resipient, viste dårligere enn god tilstand og denne del av vannforekomsten virker å være mer sårbar da den i større grad påvirkes av industri. Med bakgrunn i graden av fortykning av utslippet, vurderes påvirkningen på tilknyttede områder nord for resipienten å være liten.

Forandringer i økologiske systemer og funksjonen av dem er komplekse og vanskelige å forutse. Kontinuerlig overvåking av den økologiske og kjemiske tilstanden i resipienten vil kunne fange opp om forandret tilførsel av avløp vil føre til negative konsekvenser for resipienten og om det på sikt er behov for ytterligere rensegrad for renseanlegget.

5 Referanser

COWI, 2021. Overvåkingsprogram for Karmsundet. Fagrapport. Mars 2021, Karmøy kommune.

COWI, 2022. Overvåkingsprogram for Karmsundet. Fagrapport. Mars 2021, Karmøy kommune. Ver. 6.

Lovdata (2007) Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften), hentet 17.06.2022 fra https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/KAPITTEL_4-7-1-2#KAPITTEL_4-7-1-2

Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-veiledning nr. 97:03. 22

SFT TA-2088/2005. Primærrensing. Rapport om valg av rensemetode.

Veileder 02:2018. Klassifiseringsveileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringsssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Revidert 15.10.2020. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vannforskriften.

Vann-nett (2022). Portal med informasjon om den enkelte vannforekomst i Norge. Lastet ned 15.06.2022. <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/0242040102-C>

Åkerblå AS (2021a). Strømrappport. Måling av strøm på 30 m og bunndyp (55 m) ved Karmsund i august-september 2021.

Åkerblå AS (2021b). Modellert spredning av avløpsvann i Karmsund. SM-03921-Karmsund1121-ver01

Åkerblå AS (2022a). Punktutslippsundersøkelse av bunnfauna for Karmsund 2021. Rapportnummer 103381-01-001.

Åkerblå AS (2022b). Strandsoneundersøkelse ved Karmsundet 2021. Rapportnummer 103469-01-001.

Åkerblå AS (2022c). Resipientundersøkelse i Karmsundet, Karmøy kommune, 2021-2022. Delrapport 1 - Vannkvalitet og hydrografi.

Åkerblå AS (2022d). Resipientundersøkelse i Karmsundet, Karmøy kommune, 2021-2022 Delrapport 2 – Miljøgifter sediment.

Åkerblå AS (2022e). Resipientundersøkelse i Karmsundet, Karmøy kommune, 2021-2022. Delrapport 3 – Miljøgifter biota.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 – Bunnfaunaundersøkelse

Vedlegg 2 – Fjæresamfunn

Vedlegg 3 – Vannkvalitet og hydrografi

Vedlegg 4 – Miljøgifter i sediment

Vedlegg 5 – Miljøgifter i biota

Punktutslippsundersøkelse av bunnfauna

NS-EN ISO 16665:2014


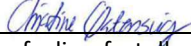
i

Karmsundet

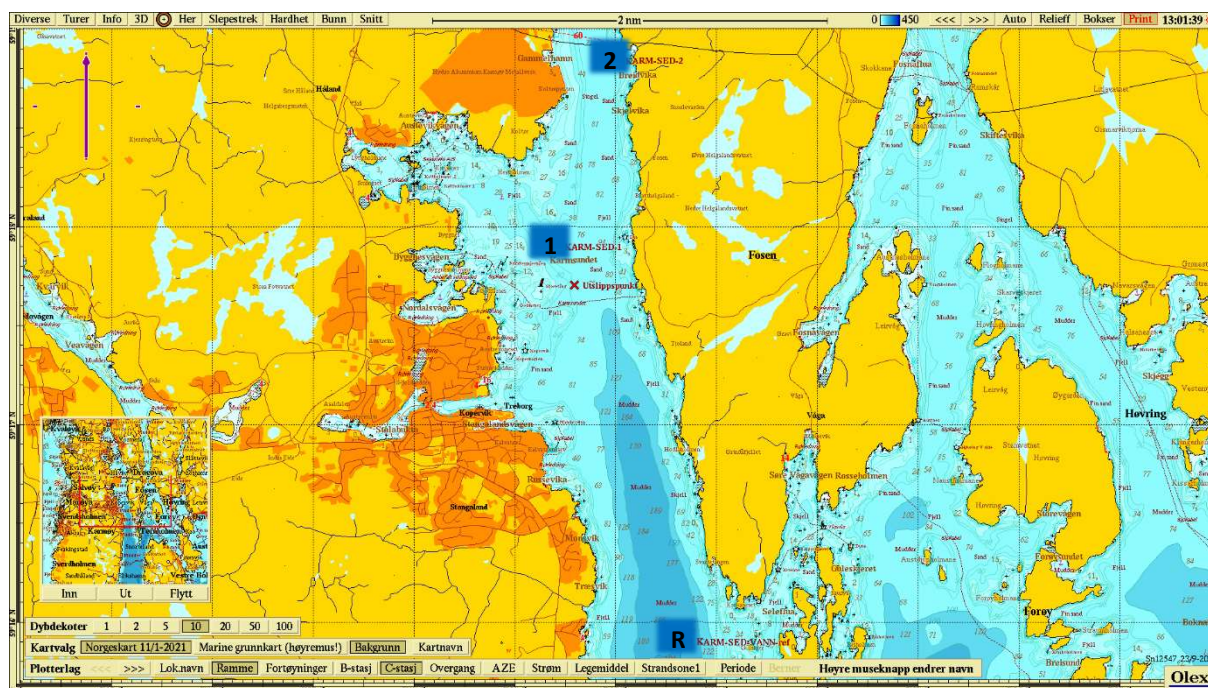


Feltarbeid
Oppdragsgiver

12.08.2021 og 16.09.2021
Karmøy kommune

Punktutslippsundersøkelse for Karmsund		
Rapportnummer / Rapportdato	103381-01-002/02.06.2022	
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse	Signatur
002	Språklige justeringer	
Lokalitet		
Lokalitet	Karmsund	
	Ingen tillatelse	
	Karmøy kommune, Rogaland fylke	
	Økoregion Nordsjøen Sør og vanntype beskyttet kyst/fjord	
Oppdragsgiver		
Selskap / kunde	Karmøy kommune	
Kontaktperson	Håkon Døsen	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda, Org.nr.: 916 763 816	
Prosjektansvarlig	Hedda Østgaard	
Forfatter (-e)	Hedda Østgaard, Evelina Merkyte	
Godkjent av	Christine Østensvig 	
Akkreditering	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Eurofins Environment Testing Norway AS	
Vilkår og betingelser	<i>Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis. Resultatene i denne undersøkelsen gjelder kun for beskrevne prøvestasjoner som representerer et definert og begrenset område ved et spesifikt prøvetidspunkt.</i>	
Sammendrag		
<p>Denne rapporten omhandler en punktutslippsundersøkelse i Karmsundet i Karmøy kommune, Rogaland fylke. Undersøkelsen utføres for å danne grunnlag for en utslippssøknad og for å vurdere om krav om sekundærrensing kan fragås. Resultatene fra denne undersøkelsen er rapportert inn til vannmiljødatabasen av Åkerblå AS.</p> <p>Faunaresultatene viste svært gode forhold ved samtlige stasjoner (figur 1; tabell 1). Stasjonene ble dominert av forurensingstolerante (KARM-SED-1) og opportunistiske arter (KARM-SED-2 og KARM-SED-REF), men dominansen var ikke høy. Det var ellers en høy biodiversitet i området som følge av en jevn individfordeling mellom artene. De kjemiske resultatene viste også lave verdier og understøtter de gode faunaforholdene.</p> <p>Det var noe forskjell mellom de tre ulike grabbene per stasjon der både indeksene, arts- og individsantallet varierte noe. Dette indikerer sannsynligvis at det kan være lokale forskjeller i faunasammensetningen da det var tilstrekkelig med volum i alle grabber, bortsett fra KARM-SED-2. Det nevnes også at prøvetaking av sediment både ved KARM-SED-1 og KARM-SED-2 var utfordrende grunnet hardbunn og mye stein. Stasjonene ble derfor flyttet. Samlet sett mener Åkerblå likevel at resultatene er gode nok til å beskrive den økologiske tilstanden ved Karmsund (se diskusjon).</p>		

Forsidefoto: Charlotte Hallerud



Figur 1. Plassering av utslippspunkt (rødt kryss). Prøvestasjoner er presentert med faunatilstand: blå = Svært/meget god tilstand, grønn = god tilstand, gul = moderat tilstand, oransje = dårlig tilstand og rød = svært/meget dårlig tilstand. Tall representerer stasjonsnummer (1 = KARM-SED-1 osv.) og R = referansestasjonen. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Tabell 1. Hovedresultater. Antallet arter og individer er oppgitt per prøvestasjon og Shannon-wiener indeks (H'), Tilstandsværdi (økologisk kvalitetsratio: nEQR) og klassifisering av kobber (Cu) er vurdert etter Veileder 02:2018 (2018).

Stasjon/ Parameter	KARM-SED-1	KARM-SED-2	KARM-SED-REF
Antall arter	141	131	95
Antall individ	1800	2524	1460
H'	5,016 (Svært god)	4,709 (Svært god)	4,218 (Svært god)
nEQR	0,849 (Svært god)	0,818 (Svært god)	0,801 (Svært god)
Cu	9,1 (Bakgrunn)	9,7 (Bakgrunn)	18,0 (Bakgrunn)

Forord

Denne rapporten omhandler en punktutslippsundersøkelse i Karmsundet. Det er ikke utarbeidet egen standard for undersøkelse av punktutslipp (settefiskanlegg, kloakk, slakteri osv). Derfor ble denne undersøkelsen utført etter NS ISO 16665 (2014). Vi bruker en del av metodikken fra C-undersøkelser (NS9410 2016) da det er en del fellesnevnerne med hensikten til denne undersøkelsen. Formålet var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser.

Åkerblå AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter TEST 252; SFT-Veileder 97:03 og Norsk Standard NS9410 (2016), samt NIVA- rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2018. Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Innhold

FORORD	4
INNHOOLD	5
1 INNLEDNING	6
2 MATERIALE OG METODE	8
2.1 OMRÅDE OG PRØVESTASJONER	8
2.2 PRØVETAKING OG ANALYSER	11
3 RESULTATER	14
3.1 BUNNDYRSANALYSER	14
3.1.1 KARM-SED-1	14
3.1.2 KARM-SED-2	16
3.1.3 KARM-SED-REF	18
3.3 SEDIMENTANALYSER	20
3.3.1 Sensoriske vurderinger	20
3.3.2 Kornfordeling	20
3.3.3 Kjemiske parametere	20
4 DISKUSJON	22
5 LITTERATURLISTE	23
6 VEDLEGG	25
VEDLEGG 1 - FELTLOGG (B-PARAMETERE)	25
VEDLEGG 2 - ANALYSEBEVIS	27
VEDLEGG 3 - KLASIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD	39
VEDLEGG 4 - INDEKSBEKRIVELSER	41
VEDLEGG 5- REFERANSETILSTANDER	44
VEDLEGG 6 - ARTSLISTE	48
VEDLEGG 7 – BILDER AV SEDIMENT	54

1 Innledning

Bløtbunnsfauna domineres i hovedsak av flerbørstemark, krepsdyr og muslinger. Artssammensetningen i sedimentet kan gi viktige opplysninger om miljøforholdene ved en lokalitet da de fleste marine bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile (ISO 16665 2014). Miljøforholdene er avgjørende for antallet arter og antallet individer innenfor hver art i et bunndyrsamfunn. Ved naturlige forhold vil et bunndyrsamfunn inneholde mange ulike arter med en relativt jevn fordeling av et moderat antall individer blant disse artene (ISO 16665 2014; Veileder 02:2018). Moderat organisk belastning kan stimulere bunndyrsamfunnet slik at artsantallet øker, mens ved en større organisk belastning i et område vil antallet arter reduseres. Opportunistiske arter, slik som de forurensningsindikerende flerbørstemarkene *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne (Veileder 02:2018).

De fleste former for dyreliv i sjøen er avhengig av tilstrekkelig oksygeninnhold i vannmassene. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene som regel tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygenet forbrukes ved nedbrytning. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Ved utilstrekkelig tilførsel av oksygen kan det ved nedbrytning av organisk materiale dannes hydrogensulfid (H_2S) som er giftig for mange arter. I tillegg til bunndyrsanalyser kan surhetsgraden (pH) og redokspotensial (E_h) måles for å avgjøre om sedimentet er belastet av organisk materiale. Sure tilstander (lav pH) og høyt reduksjonspotensiale (lav E_h) reflekterer lite oksygen i sedimentet og kan indikere en signifikant grad av organisk belastning. Mengden organisk materiale i sedimentet måles som totalt organisk karbon (TOC) og som totalt organisk materiale (TOM; glødetap). I tillegg måles tungmetaller (sink og kobber), fosfor og nitrogen i sedimentene for å vurdere i hvilken grad området er belastet (Veileder 02:2018). C:N forholdet viser i hvilken grad det organiske materialet gir grunnlag for biologisk aktivitet (NS9410 2016), hvor en lav ratio antyder en større mengde tilgjengelig nitrogen og dermed muligheten for høyere biologisk aktivitet.

Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes diversitets og sensitivitetsindeksene; Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), den sammensatte indeksen NQI1 (diversitet og sensitivitet), ES100 (diversitet), International sensitivity index (ISI) og Norwegian sensitivity indeks (NSI). Hver indeks er tildelt referanseverdier som deler funnene inn i ulike tilstandsklasser. Bunnfauna vurderes etter gjennomsnittsverdier av indeksene fra prøvene. Tilstandsklasser vil ofte kunne gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de vurderes i sammenheng med artssammensetningen i prøvene for øvrig. Slike tilstandsklasser må like fullt brukes med forsiktighet og inngå i en helhetlig vurdering sammen med de andre resultatene. Klima og forurensningsdirektoratet legger imidlertid vekt på indekser når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnsfauna. Veilederen har delt

norskekysten i seks økoregioner og definert åtte forskjellige vanntyper, hvorav fem av vanntypene er aktuelle for marine undersøkelser. En del kombinasjoner er slått sammen og det er definert totalt 11 sett med klassifiseringer. Hvert sett har egne grenseverdier for de ulike indeksene. Forskjellen på disse er stor fra Skagerak til Barentshavet, men gradvis varierer langs kysten ellers. Dette medfører at en gitt prøve for eksempel kan klassifiseres som god i Skagerak, men svært god etter indeksene definert for Barentshavet i nord. Grensene er dermed i større grad tilpasset naturlige variasjoner langs kysten (Veileder 02:2018).

2 Materiale og metode

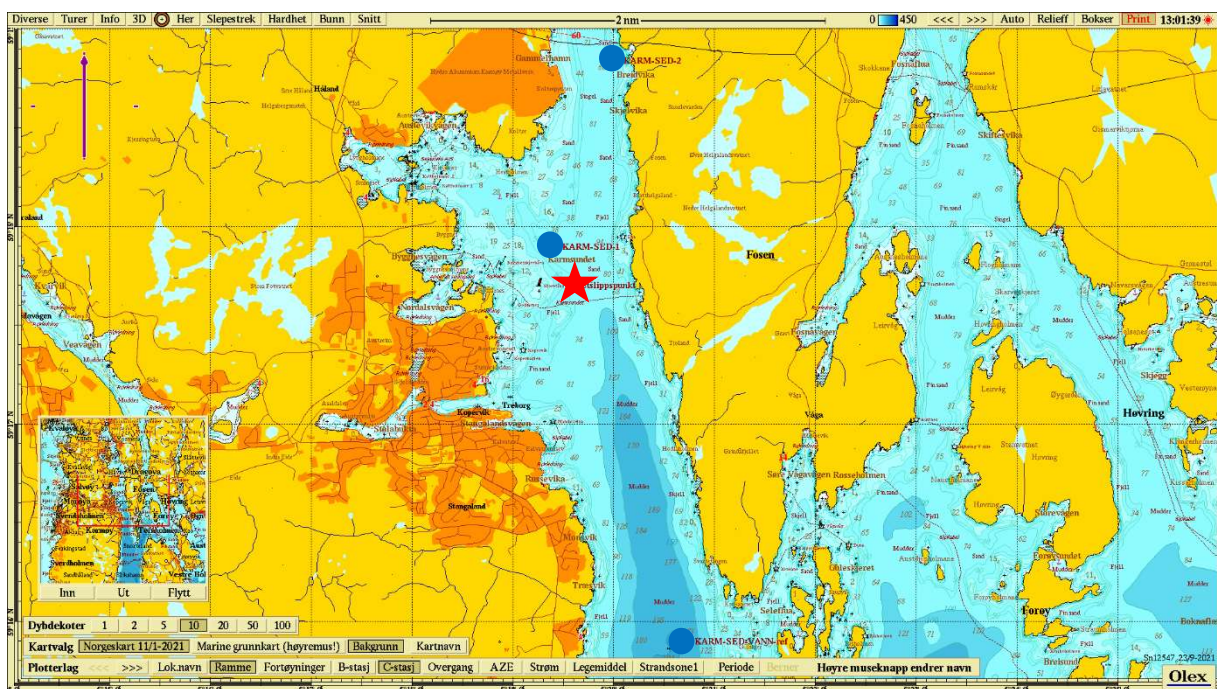
2.1 Område og prøvestasjoner

Karmsundet ligger i Karmøy kommune, Rogaland fylke (figur 2.1.1). Utslippspunktet ligger plassert i økoregion Nordsjøen Sør med vanntype beskyttet kyst/fjord. Utslippspunktet er planlagt å ligge midt i sundet, rett nordøst for Kopervik på ca. 50 meters dyp (figur 2.1.1).

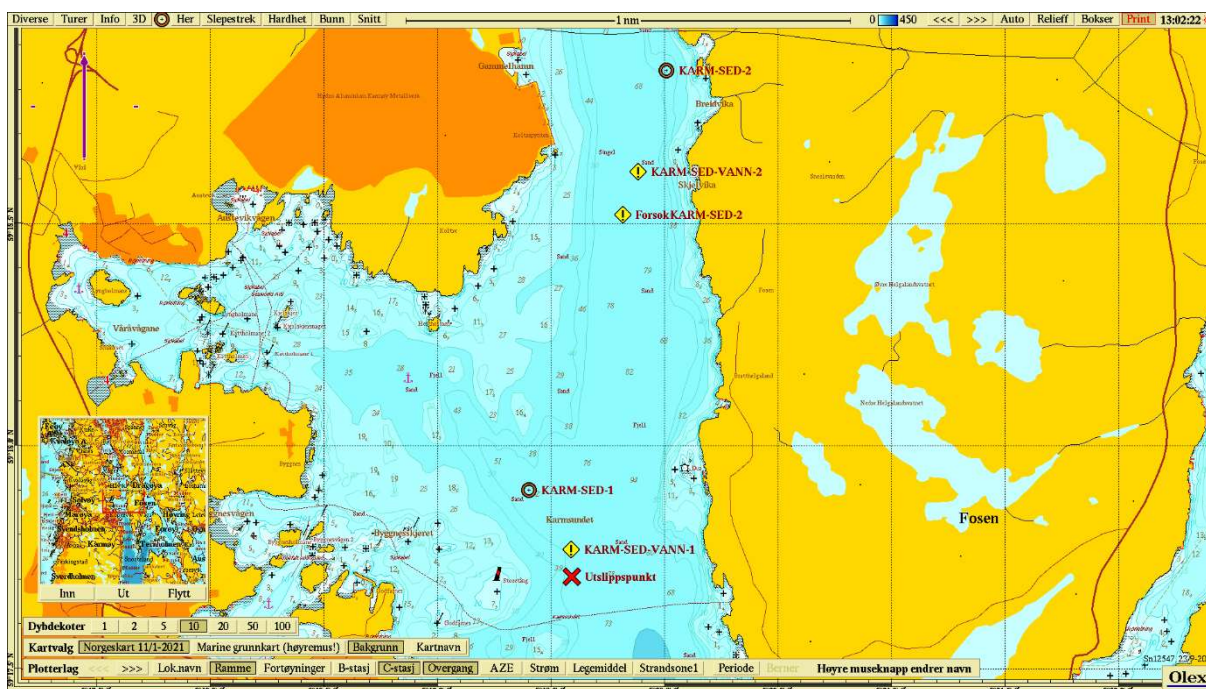


Figur 2.1.1 Geografisk plassering av Karmsundet. Omtrentlig plassering av utslippspunktet er markert med rød stjerne og nærliggende matfiskanlegg er markert med røde sirkler. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84 (Fiskeridierktoratet 2021).

Stasjonsplassering ble planlagt i overvåkningsprogrammet (Cowi, 2021). Stasjon KARM-SED-1 og KARM-SED-2 måtte flyttes fra planlagt posisjon på grunn av mye hardbunn og stein i området (figur 2.1.4, Vedlegg 1). KARM-SED-1 var planlagt rett nord for utslippspunktet, men ble flyttet 300 meter nordvest for planlagt posisjon på ca. 60 meters dyp grunnet bomhugg. KARM-SED-2 som var planlagt nord for utslippspunktet ble også flyttet 438 meter nord-nordøst for planlagt posisjon på ca. 45 meters dyp (figur 2.1.3). Stasjonene ble flyttet til nærmeste område der det etter kjent topografi så ut til å være noe bløtbunn, og ble prøvetatt på neste feltdato, den 16.09.2021. Referansestasjonen ble beholdt sør i sundet, på ca. 180 meters dyp. Denne stasjonen ble prøvetatt 12.08.2021. Stasjonsplasseringene ble fastsatt med OLEX tilknyttet en GPS og ca. bunndyp ble oppmålt med ekkolodd (tabell 2.1.1).



Figur 2.1.3 Plassering av utslippspunkt (rød stjerne), prøvestasjoner (blå sirkler). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.



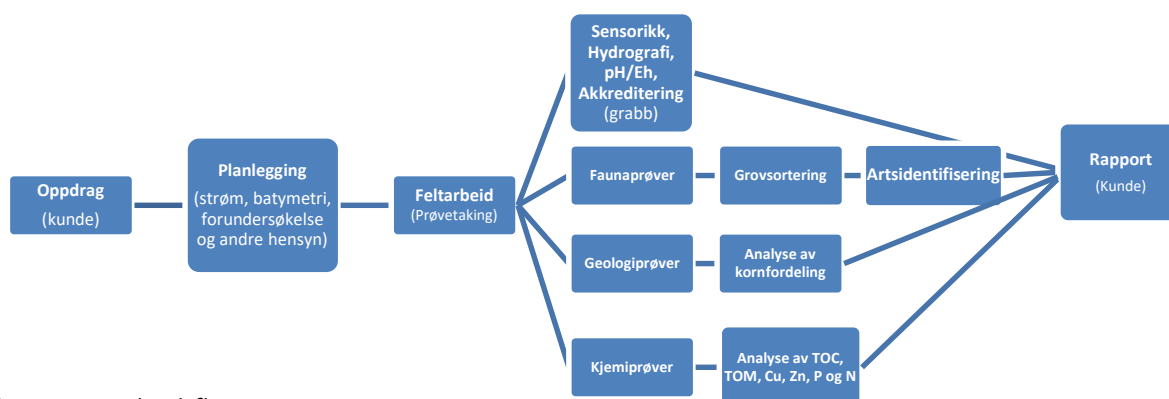
Figur 2.1.4 Plassering av utslippspunkt (rødt kryss), prøvestasjoner (brune sirkler) og bomhugg (gule varsselfirkanter). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Tabell 2.1.1 Stasjonsbeskrivelser. Undersøkelsen omfatter kvalitative faunaprøver (FAU), pH- og Eh målinger (PE), kjemiske parametere (KJE), geologiske parametere (GEO) og hydrografiske målinger (CTD). Koordinater er oppgitt med datum WGS84 og avstand fra planlagt utslippspunkt og dyp (meter) på prøvestasjonen er oppgitt.

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere
KARM-SED-1	59°17.899'N / 5°19.402'Ø	400	60	FAU, KJE, GEO, PE
KARM-SED-2	59°18.843'N / 5°20.008'Ø	2140	45	FAU, KJE, GEO, PE
KARM-SED-REF	59°15.901'N / 5°20.714'Ø	3500	180	FAU, KJE, GEO, PE

2.2 Prøvetaking og analyser

Uttak av prøver og vurdering av akkrediteringsstatus per grabbhugg ble gjennomført av feltpersonell i henhold til NS-EN ISO 16665 (2014). Det ble tatt fire grabbhugg på hver prøvestasjon hvor tre ble tatt ut til faunaundersøkelse og én til TOC, kornfordeling og nitrogen. I felt vurderes prøvene for sensoriske parametere, pH og Eh og om huggene er akkrediterte eller ikke. Vurderingen av akkreditering baseres på om overflaten var tilnærmet uforstyrret og om det ble hentet opp minimum mengde av sediment som er avhengig av type (stein, sand, mudder osv.). For de geologiske prøvene (kornfordeling, TOC og nitrogen) ble det hentet sediment fra de øverste 5 cm av sedimentoverflaten. Kornfordelingen illustrerer mikroklimaet i en mindre prøve, mens de sensoriske dataene for sedimentsammensetningen gjelder hele grabbinnholdet. For faunaundersøkelsen ble de tre grabbprøvene i sin helhet vasket i en sikt, fiksert med formalin tilsatt farge (bengalrosa) og nøytralisert med boraks (tabell 2.2.1; vedlegg 1). For analyse av miljøgifter og tungmetaller ble det tatt ut prøve til analyse av PAH₁₆, PCB₇, TBT og metallene Cd, Pb, Hg, Cu, Zn, Ni, As og Cr (tabell 2.2.2; vedlegg 2), som alle ble analysert av underleverandøren (figur 2.2.1). Foruten resultater for Cu og Zn presenteres resultatene i en egen rapport (Åkerblå AS, 2022).



Figur 2.2. 1 Arbeidsflyt.

Tabell 2.2.1 Prøvetakingsutstyr.

Utstyr	Beskrivelse
Sedimentprøvetaker	«Van Veen» grabb (KC-denmark) på 0,1 m ²
pH-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Eh-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Sikt	Runde hull, 1 mm diameter (KC-Denmark)
GPS og kart	Olex, GPS og kart fra Kartverket, Datum WGS84
Konservering	Boraks og formalin (4% bufret i sjøvann)
CTD	SAIV AS
Annet	Linjal, prøveglass, skje, hevert og hvit plastbalje, kamera

Tabell 2.2.2 Oversikt over arbeid utført av Åkerblå AS (ÅB AS) og underleverandører (LEV) som er benyttet. AK = Akkreditering, EETN-AS = Eurofins Environment Testing Norway AS, Cu = kobber, Zn = sink og P = fosfor.

LEV	Personell	AK	Standard
-----	-----------	----	----------

Sidemannskontroll	ÅB-AS	-	-	Intern metode
Feltarbeid	ÅB AS	Hedda Østgaard, Eirik Butz	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
Grovsortering	ÅB AS	Jolanta Ziliukiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Artsidentifisering	ÅB AS	Evelina Merkyte	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	ÅB AS	Evelina Merkyte	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	ÅB AS	Evelina Merkyte	TEST 252: P32	V02:2018 (2018), SFT 97:03, NS 9410:2016
Cu, Zn*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B -December 2000 (repealed sta
Glødetap*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 12879 (S3a): 2001-02
Tørrvekt steg 1*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 12880 (S2a): 2001-02
Total organisk karbon (TOC)*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	NF EN 15936 – Method B
Kornfordeling*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	DIN 18123; Internal Method 6
Nitrogen*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 13342, Internal Method (Soil)
As, Pb, Cd, Cr, Hg, Ni	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN ISO 17294-2:2016
PCB ₇	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 16167:2018+AC:2019
PAH ₁₆	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	ISO 18287:2008
TBT	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	XP T 90-250

* underleverandør av EETN-AS; Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne; Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488.

Faunaprøver er sortert og identifisert (Horton et al. 2016) av personell i avdelingen for Marine Bunnedyr i Åkerblå AS.

Utrekningen av artsmangfold (ES_{100}) ble utført med programpakken PRIMER (versjon 6.1.6/7, Plymouth Laboratories). Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI (versjon 5.0, AZTI-Tecnalia). Alle øvrige utregninger ble utført i Microsoft Excel. Shannon-Wiener diversitetsindeks og Jevnhetsindeksen (J) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver (1949) og Veileder 02:2018. ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling (2013). AMBI-indeks og NQI1-indeks ble beregnet etter Veileder 02:2018 (Anon 2013). Vurderinger og fortolkninger ble foretatt ut fra Veileder 02:2018 (vedlegg 6).

Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under (vedlegg 3 og 6). På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippskilden kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser

for å angi miljøtilstand. Alle stasjoner bedømmes på bakgrunn av gjennomsnittlig nEQR-verdi av indeksene: NQI1, Shannon Wiener diversitetsindeks (H'), ES_{100} , ISI og NSI (tabell 2.2.3; vedlegg 4). Det er i tillegg beregnet indekser for nærstasjonen (vedlegg 5).

Tabell 2.2.3 Indekser og forkortelser.

Indeks	Beskrivelse
S	Antall arter i prøven
N	Antall individer i prøven
NQI1	Sammensatt indeks av artsmangfold og ømfintlighet
H'	Shannon-Wiener artsmangfoldindeks
H'_{max}	Maksimal diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter ($= \log_2 S$)
ES_{100}	Hurlberts diversitetsindeks (Kun oppgitt dersom $N \geq 100$)
J	Jevnhetsindeks
ISI	Sensitivitetsindeks (Indicator Species Index)
NSI	Norsk sensitivitetsindeks som angir artenes forurensningsgrad
\bar{G}	Grabbverdi: Gjennomsnitt for grabb 1 og 2
\check{S}	Stasjonsverdi: kombinert verdi for grabb 1 og 2
nEQR	Normalisert ratio ("Normalised Ecological Quality Ratio")
Tilstand	Generalisert uttrykk som omfatter tilstandsklasse og miljøtilstand
Tilstandsverdi	Verdigrunnlaget for tilstandsvurdering

3 Resultater

3.1 Bunndyrsanalyser

Bunndyrsdata er klassifisert etter økoregion Nordsjøen Sør og vanntype beskyttet kyst/fjord.

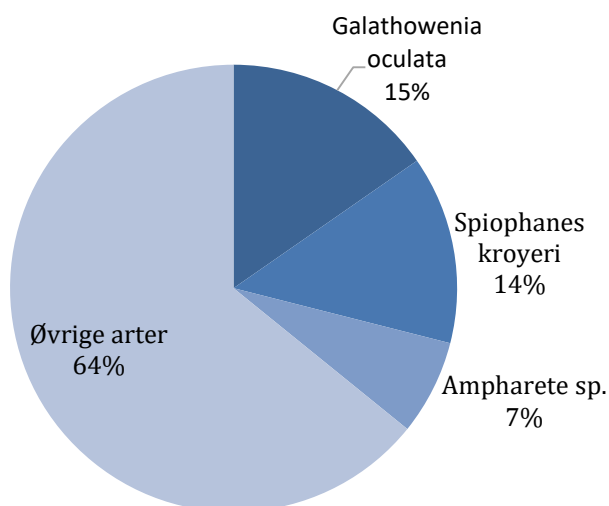
3.1.1 KARM-SED-1

Ved KARM-SED-1 ble det registrert 1800 individer fordelt på 141 arter (tabell 3.1.1.1, tabell 3.1.1.2 og figur 3.1.1.1). Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved KARM-SED-1 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Galathowenia oculata</i>	3	276	15,3
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3	245	13,6
<i>Ampharete</i> sp.	1	124	6,9
<i>Echinocardium</i> sp.	3	104	5,8
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	91	5,1
<i>Ampharete octocirrata</i>	1	78	4,3
<i>Anobothrus gracilis</i>	2	68	3,8
Philinoidea	2	53	2,9
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	38	2,1
<i>Pseudopolydora nordica</i>	4	37	2,1
Øvrige arter	-	686	38,1

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



Figur 3.1.1.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KARM-SED-1.

Tabell 3.1.1.2 Faunaresultater fra grabb 1, grabb 2 og grabb 3 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de tre grabbene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H' , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (iht tabell V5.2).

Indeks	KARM-SED-1-1	KARM-SED-1-2	KARM-SED-1-3	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	90	79	101	90	
N	665	466	669	600	
NQI1	0,777	0,773	0,784	0,778	0,864
H'	4,767	5,112	5,169	5,016	0,912
J	0,734	0,811	0,776	0,774	
H' max	6,492	6,304	6,658	6,485	
ES100	35,650	38,290	39,540	37,827	0,891
ISI	9,043	8,889	9,086	9,006	0,822
NSI	23,058	23,012	22,723	22,931	0,757
Grabbverdi					0,849

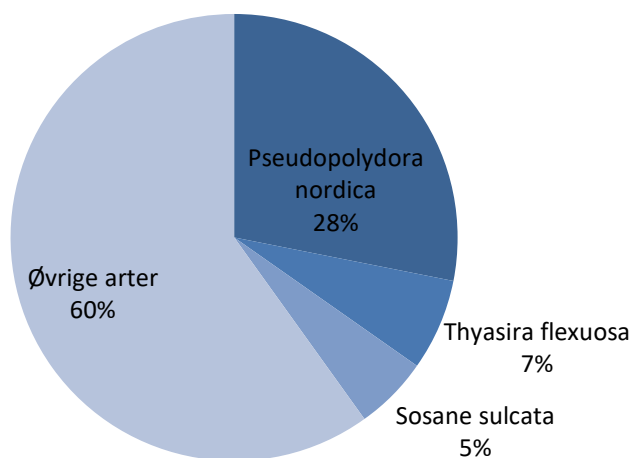
3.1.2 KARM-SED-2

Ved KARM-SED-2 ble det registrert 2524 individer fordelt på 131 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.2.1 De ti hyppigst forekommende artene ved KARM-SED-2 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Pseudopolydora nordica</i>	4	710	28,1
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	167	6,6
<i>Sosane sulcata</i>	1	135	5,3
<i>Ampharete octocirrata</i>	1	122	4,8
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3	121	4,8
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	97	3,8
<i>Anobothrus gracilis</i>	2	75	3,0
<i>Ampharete lindstroemi</i> kompleks		56	2,2
<i>Galathowenia oculata</i>	3	56	2,2
<i>Ampharete</i> sp.	1	49	1,9
Øvrige arter	-	936	37,1

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



Figur 3.1.2.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KARM-SED-2.

Tabell 3.1.2.2 Faunaresultater fra grabb 1, grabb 2 og grabb 3 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de tre grabbene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H' , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (iht tabell V5.2).

Indeks	KARM-SED-2-1	KARM-SED-2-2	KARM-SED-2-3	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	90	77	95	87	
N	815	620	1089	841	
NQI1	0,740	0,721	0,718	0,726	0,807
H'	4,780	4,835	4,512	4,709	0,881
J	0,736	0,772	0,687	0,732	
H' max	6,492	6,267	6,570	6,443	
ES100	35,710	36,410	33,450	35,190	0,871
ISI	8,778	8,269	8,877	8,642	0,806
NSI	22,494	22,149	21,586	22,076	0,723
Grabbverdi					0,818

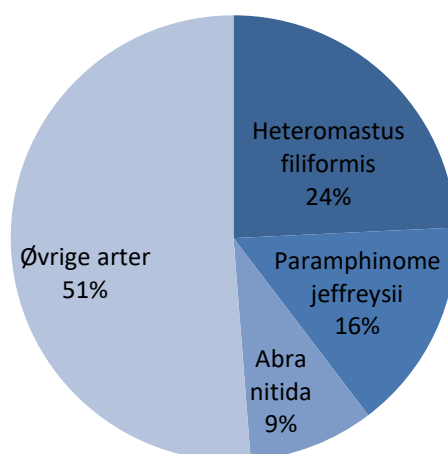
3.1.3 KARM-SED-REF

Ved KARM-SED-REF ble det registrert 1460 individer fordelt på 95 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.3.1 De ti hyppigst forekommende artene ved KARM-SED-REF oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	354	24,2
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	225	15,4
<i>Abra nitida</i>	3	133	9,1
<i>Aphelochaeta</i> sp.	2	95	6,5
<i>Parathyasira equalis</i>	3	87	6,0
<i>Chaetozone pseudosetosa</i>	4	47	3,2
Echinoidea	1	30	2,1
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3	29	2,0
<i>Galathowenia oculata</i>	3	26	1,8
<i>Rhodine loveni</i>	2	24	1,6
Øvrige arter	-	410	28,1

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



Figur 3.1.3.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KARM-SED-REF.

Tabell 3.1.3.2 Faunaresultater fra grabb 1, grabb 2 og grabb 3 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de tre grabbene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (iht tabell V5.2).

Indeks	KARM-SED-REF-1	KARM-SED-REF-2	KARM-SED-REF-3	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	62	51	62	58	
N	534	570	356	487	
NQI1	0,701	0,648	0,780	0,709	0,776
H'	4,285	3,435	4,933	4,218	0,832
J	0,720	0,605	0,828	0,718	
H'max	5,954	5,672	5,954	5,860	
ES100	29,490	21,540	36,880	29,303	0,825
ISI	9,728	8,898	10,016	9,547	0,846
NSI	21,800	20,644	24,070	22,172	0,727
Grabbverdi					0,801

3.3 Sedimentanalyser

3.3.1 Sensoriske vurderinger

Sedimentet varierte noe mellom prøvestasjonene. KARM-SED-1 og KARM-SED-REF bestod i hovedsak av silt iblandet grus og skjellsand. Ved KARM-SED-1 ble det også registrert noe sand. Ved KARM-SED-2 var sand dominerende i de fleste grabbhuggene, men det ble også registrert silt, grus og skjellsand. Fargen på sedimentet var lys/grå ved samtlige prøvehugg og det ble ikke registrert lukt. Konsistensen på sedimentet var hard ved KARM-SED-1 og KARM-SED-2, mens den var myk ved KARM-SED-REF (vedlegg 1). Det ble ikke registrert forekomster av naturlig organisk materiale (planter, blader, kvister, tang, annet), fôr eller fekalier, gassdannelse eller *beggiatoa*. Prøvehuggene ved KARM-SED-1 og KARM-SED-2 hadde godkjent overflate, mens KARM-SED-REF ikke var godkjent for overflate (pga. full grabb). Sedimentsvolumet var godkjent ved KARM-SED-1 og KARM-SED-REF, men KARM-SED-2 hadde lavt volum (Vedlegg 1). Det ble likevel ansett som tilstrekkelig sedimentsmengde for å foreta analysene.

3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at leire og silt i prøvene varierte fra 34 til 66 % (Tabell 3.3.2.1).

Tabell 3.3.2.1 Kornfordeling. Kornstørrelser < 63 µm (Leire og silt), Kornstørrelse < 2 µm. Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	Kornstørrelse < 2 µm (% TS)	Kornstørrelse < 63 µm (%)
KARM-SED-1	1,8	40,8
KARM-SED-2	2,5	33,7
KARM-SED-REF	4,7	65,6

3.3.3 Kjemiske parametere

Verdiene for pH og E_h ble klassifisert med tilstand 1 (meget god) ved alle stasjonene (Tabell 3.3.3.1).

Tabell 3.3.3.1 pH- og E_h-verdier fra sedimentoverflaten. Beregnet poengverdi går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er meget god, og 4 er meget dårlig (NS 9410 2016). Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	pH	E _h	pH/E _h poeng	Tilstand
KARM-SED-1	7,47	272	0*	1
KARM-SED-2	7,66	206	0	1
KARM-SED-REF	7,50	339	0*	1

*Den kombinerte pH/E_h verdien havnet utenfor grafarealet i poengavleseren (NS 9410:2016), poeng ble gitt etter nærmeste poengfelt i grafen.

De undersøkte kjemiske parameterne viste lave verdier ved samtlige stasjonene (Tabell 3.3.3.2).

Tabell 3.3.3.2 Innhold av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og etter innholdet av tørrstoff (TS). TOC (mg/kg), fosfor (P; mg/kg TS) og nitrogen (N; mg/kg TS) har ikke tildelt tilstand og karbon-nitrogenforholdet (C:N) er oppgitt som ratio mellom de to enhetene. Sink (Zn; mg/kg TS) og kobber (Cu; mg/kg TS) klassifiseres etter Veileder 02:2018. Måleusikkerhet er oppgitt i prosent for kobber og sink, og mg/kg TS for nitrogen.

Stasjon	TOC	N	±	C:N	Zn	±	TS	Cu	±	TS
KARM-SED-1	12500	1600	320	7,81	50	25		9,1	25	
KARM-SED-2	20300	2200	420	9,23	34	25		9,7	25	
KARM-SED-REF	13200	2100	410	6,29	66	25		18	25	

4 Diskusjon

Undersøkelsen viste svært gode forhold ved samtlige stasjonene ved Karmsund. Stasjonene viste relativt like faunasammensetning, og ble dominert av forurensingstolerante (KARM-SED-1) og opportunistiske arter (KARM-SED-2 og KARM-SED-REF), men dominansen var ikke særlig høy. Det var ellers en høy biodiversitet i området som følge av en jevn individfordeling mellom artene. De kjemiske resultatene viste også lave verdier og understøtter de gode faunaforholdene.

Det var noen variasjoner mellom de tre ulike prøvene per stasjon der både indeksene og arts- og individsantall varierte noe. Dette indikerer sannsynligvis at det kan være lokale forskjeller i faunasammensetningen da det var tilstrekkelig med volum i alle grabber, bortsett fra KARM-SED-2. Det antas ikke at en større mengde volum her vil føre til betydelige endringer i artsantallet, men mest sannsynlig bare i individmengde i disse grabbhuggene. Samtidig ble stasjonen klassifisert med beste tilstand, slik at en økt artsmengde ikke vil føre til forbedring av tilstand. Det nevnes også at prøvetaking av sediment KARM-SED-1 og KARM-SED-2 var utfordrende i nåværende undersøkelse grunnet hardbunn, samt store steiner. Derfor ble stasjonene flyttet lengre unna utslippspunktet til nærmeste område der det etter kjent topografi så ut til å være noe bløtbunn. Disse stasjonene ble likevel plassert i området hvor modelleringen viste størst påvirkning av utslippspunktet (Åkerblå AS, 2021). Samlet sett mener Åkerblå likevel at stasjonsplassering og resultatene er representative til å beskrive økologiske tilstand i nåværende undersøkelse i Karmsundet.

5 Litteraturliste

- Bakke et al. (2007). Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. (2002). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., (2000). A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114
- Bray JR, Curtis JT. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- COWI (2021). *Overvåkningsprogram for Karmsundet*. Opdrag nr.: A212998. Rapportnummer: RAP001. 28s.
- Carpenter EJ and Capone DJ. 1983. *Nitrogen in the marine environment*. Stony Brook, Marine Science Research Center. 900p
- Faganelli J, Malej A, Pezdic J and Malacic V. 1988. *C:N:P ratios and stable C isotopic ratios as indicator of sources of organic matter in the Gulf of Trieste (northern Adriatic)*. *Oceanologia Acta* 11: 377-382.
- Fiskeridirektoratet (2021). Kart lastet ned den 23.09.2021 fra <https://portal.fiskeridir.no/portal/apps/webappviewer/index.html?id=9aeb8c0425c3478ea021771a22d43476>
- Gray JS, Mirza FB. (1979). A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170 //www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- NS 4764 (1980). Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. Norges standardiseringsforbund.
- NS-EN ISO 16665 (2014). Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014). Standard Norge
- Pearson TH, Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. (1983). Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.

- Pielou EC. (1966). The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Rygg B. & Nordling K. (2013). Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA-rapport 6475-2013.
- Rygg B, Thélin, I. (1993). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.
- Shannon CE, Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Torrissen O, Hansen P. K., Aure J., Husa V., Andersen S., Strohmeier T., Olsen R.E. (2016) *Næringsutslipp fra havbruk – nasjonale og regionale perspektiv*. Rapport fra Havforskningen, Nr.21-2016. Havforskningsinstituttet, Bergen. ISSN 1893-4536
- Veileder 02:2018 (2018) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføring av vandirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- Åkerblå AS (2021). *Modellert spredning av kommunalt avløpsvann i Karmsund*. Rapportansvarlig: Lisbeth Håvik. 25 s.
- Åkerblå AS (2022). Resipientundersøkelse i Karmsundet Karmøy kommune, 2021-2022. Delrapport 4 – Miljøgifter i sediment.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 - Feltlogg (B-parametere)

Kunde	Karmøy kommune				Lokalitet/P.nr	Karmsundet							
Dato	12.08.2021 og 16.09.2021				Toktleder	HØ							
Prøvetaking	START:		SLUTT:		Alt. Personell	EB							
Vær	Vind, regn. Stille 2. feltdag.				Sjøtemperatur	Ca. 17 °C							
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; U-0366 Sil; U-0362 Eh og pH: U-0382 pH- kalibrering: OK Sjø; Eh: pH:												
Stasjon nr/navn	KARM-SED-1				KARM-SED-2				KARM-SED-ref				
Planlagt posisjon N / Ø	N 59° 17.767/ E 005° 19.588				N 59° 18.615/E 005° 19.883				N 59° 15.901/E 005° 20.714				
Reell posisjon N / Ø	N 59° 17.899/ E 005° 19.402				N 59° 18.843/ E 005° 20.008				Posisjon beholdes.				
Dybde (meter)	Ca.60				Ca.45				Ca. 180m.				
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Antall forsøk	1	1	1	1	2	3	7	3	1	3	2	1	
Godkjent hugg overflate (ja/nei)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei	
Godkjent hugg volum (ja/nei)	Ja	Ja	Ja	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja	Ja	
Volum (cm)	5	6	5	5	11	11	10	13	0	0	0	0	
Volum (ca. liter)	10,75	9,65	10,75	10,75	4,56	4,56	5,50	2,83	16,47	16,47	16,47	16,47	
Antall flasker	1	1	1		1	1	1		1	1	1		
pH	7,47				7,66				7,50				
Eh (mV)	272				206				339				
Sediment	Skjellsand	4	4	4	4			2	3	3	3	3	
	Sand	2	2	2	2	1	1	1	3				
	Grus	3	3	3	3	2	2		4	2	2	2	
	Mudder												
	Silt	1	1	1	1			2	1	1	1	1	
	Leire												
	Steinbunn												
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Brun/Sort (2)												
Lukt	Ingen (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Noe (2)												
	Sterk (4)												
Kons	Fast (0)	0	0	0	0	0	0	0					
	Myk (2)								2	2	2	2	
	Løs (4)												
Merknader / avvik:	Flyttet stasjon pga. stein og grus i grabb ved planlagt posisjon.				Stein og grovkornet sediment ved planlagt posisjon samt ca. 190 m. sør for planlagt posisjon; N 59° 18.519/E 005° 19.817. Stein i grabbkjeft også ved endelig stasjon.				Flere grabbskudd 2. grabb – grabb tom. Har sannsynligvis lukket seg på vei ned. To forsøk for grabb 3. Steiner i grabbkjeft, grabb åpen. Derav nytt forsøk.				

Spesielle hensyn / ekstraordinære prøveuttak (kan også noteres pr stasjon under merknader)
<p>Samme punkter som vannprøver, sjiktning og CTD. Ingen bunndata -> dyp sjekkes med ekkolodd i felt. Blandprøve (4 grabber) for analyse av miljøgifter og metaller. Prøve for analyse av TOC og kornfordeling.</p> <p>Faunaprøver skal ha minimum 5 liter sandig sediment og 10 liter finkornet sediment (cowi rapport). 3 faunaprøver per st.</p> <p>Volum ikke mulig å opprettholde ved st. KARM-SED-2. Anser sedimentmengden som ble funnet som tilstrekkelig for å gjennomføre analyser.</p>

Desinfeksjon av prøvetakingsutstyr	Des. middel		Konsentrasjon/ virketid		Dato/sign.	17.08.2021
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna			Signatur: 			

Vedlegg 2 - Analysebevis



Åkerblå AS
Vestre Rosten 81
7075 TILLER
Attn: Kundeinformasjon Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Environment_sales@eurofins.no

AR-21-MM-093849-01

EUNOMO-00308842

Prøvemottak: 23.09.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 23.09.2021-13.10.2021

Referanse: 103381 "C-undersøkelse"
Karmsundet

ANALYSERAPPORT

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Prøvenr.: 439-2021-09230216 Prøvetakingsdato: 12.08.2021 Prøvetype: Sedimenter Prøvetaker: Hedda Østgaard Prøvemerkning: KARM-SED-1 Miljøgifter + Analysestartdato: 23.09.2021					
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	3.9	mg/kg TS	0.5	25%	SS 28311:2017mod/SS- EN ISO 17294-2:2016
b) Bly (Pb) Premium LOQ					
b) Bly (Pb)	12	mg/kg TS	0.5	25%	SS 28311:2017mod/SS- EN ISO 17294-2:2016
b) Kadmium (Cd) Premium LOQ					
b) Kadmium (Cd)	0.14	mg/kg TS	0.01	25%	SS 28311:2017mod/SS- EN ISO 17294-2:2016
b) Kobber (Cu)	9.1	mg/kg TS	0.5	25%	SS 28311:2017mod/SS- EN ISO 17294-2:2016
b) Krom (Cr)	12	mg/kg TS	0.5	25%	SS 28311:2017mod/SS- EN ISO 17294-2:2016
b) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ					
b) Kvikksølv (Hg)	0.058	mg/kg TS	0.001	20%	SS 28311:2017mod/SS- EN ISO 17294-2:2016
b) Nikkel (Ni)	8.0	mg/kg TS	0.5	25%	SS 28311:2017mod/SS- EN ISO 17294-2:2016
b) Sink (Zn)	50	mg/kg TS	2	25%	SS 28311:2017mod/SS- EN ISO 17294-2:2016
b) PCB(7) Premium LOQ					
b) PCB 28	< 0.00050	mg/kg TS	0.0005		SS-EN 16167:2018+AC:201

Tegnforklaring:

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

Målesikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Målesikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgi konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

AR-031 v 106

Side 1 av 3

AR-21-MM-093849-01

EUNOMO-00308842



b) PCB 52	< 0.00050 mg/kg TS	0.0005		9	SS-EN 16167:2018+AC:201
b) PCB 101	< 0.00050 mg/kg TS	0.0005		9	SS-EN 16167:2018+AC:201
b) PCB 118	< 0.00050 mg/kg TS	0.0005		9	SS-EN 16167:2018+AC:201
b) PCB 153	0.00060 mg/kg TS	0.0005	25%	9	SS-EN 16167:2018+AC:201
b) PCB 138	0.00058 mg/kg TS	0.0005	25%	9	SS-EN 16167:2018+AC:201
b) PCB 180	< 0.00050 mg/kg TS	0.0005		9	SS-EN 16167:2018+AC:201
b) Sum 7 PCB	0.0012 mg/kg TS		25%	9	SS-EN 16167:2018+AC:201
b) PAH(16) Premium LOQ					
b) Naftalen	0.048 mg/kg TS	0.01	25%		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Acenafyten	< 0.010 mg/kg TS	0.01			SS-ISO 18287:2008, mod
b) Acenaften	0.12 mg/kg TS	0.01	25%		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Fluoren	0.066 mg/kg TS	0.01	30%		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Fenantren	0.53 mg/kg TS	0.01	25%		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Antracen	0.099 mg/kg TS	0.01	25%		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Fluoranten	0.99 mg/kg TS	0.01	25%		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Pyren	0.80 mg/kg TS	0.01	25%		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Benzo[a]antracen	0.51 mg/kg TS	0.01	25%		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Krysen/Trifenylen	0.52 mg/kg TS	0.01	25%		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Benzo[b]fluoranten	0.80 mg/kg TS	0.01	25%		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Benzo[k]fluoranten	0.31 mg/kg TS	0.01	30%		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Benzo[a]pyren	0.54 mg/kg TS	0.01	25%		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.44 mg/kg TS	0.01	25%		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Dibenzo[a,h]antracen	0.081 mg/kg TS	0.01	30%		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Benzo[ghi]perylen	0.38 mg/kg TS	0.01	25%		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Sum PAH(16) EPA	6.2 mg/kg TS				SS-ISO 18287:2008, mod
a) Tributyltinn (TBT)	6.2 µg/kg tv	2.5			XP T 90-250

Tegnforklaring:

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

Målesikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Målesikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverd/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervall. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, urørt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

#R-001 v 1/08

Side 2 av 3

AR-21-MM-093849-01

EUNOMO-00308842



a)	Dibutyltinn (DBT)	4.0 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Monobutyltinn (MBT)	<2.5 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Kornstørrelse <2 µm	<1.0 % TS	1		Internal Method 6
a)	Kornstørrelse < 63 µm	15.6 %	0.1		Internal Method 6
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	10700 mg/kg TS	1000	2129	NF EN 15936 - Méthode B
b)	Tørstoff	63.7 %	0.1	5%	SS-EN 12880:2000
a)* Preptest - TBT,DTB,MBT					
a)*	Injeksjon	blank value/imported			GC-MS/MS
a)	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	2.1 µg Sn/kg tv	2	0.70	XP T 90-250
a)	Monobutyltinn kation	<2.0 µg Sn/kg tv	2		XP T 90-250
a)	Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)	2.5 µg Sn/kg TS	2	0.88	XP T 90-250

Uttørende laboratorium/ Underleverander:

a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny COFRAC TESTING (scope on www.cofrac.fr) 1-1488,

b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125,

Moss 13.10.2021


Kjetil Sjaastad

Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Målesikkerhet

< Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr "ikke påvist".

Målesikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Målesikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervall. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n)e.

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 3 av 3

AR-001 v 100



Åkerblå AS
Vestre Rosten 81
7075 TILLER
Attn: Kundeinformasjon Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Environment_sales@eurofins.no

AR-21-MM-093823-01

EUNOMO-00308842

Prøvemottak: 23.09.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 23.09.2021-13.10.2021
Referanse: 103381 "C-undersøkelse"
Karmsundet

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2021-09230217	Prøvetakingsdato:	12.06.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Hedda Østgaard		
Prøvemerkning:	KARM-SED-1 TOC +	Analysedato:	23.09.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	40.8	%	0.1		Internal Method 8
a) Kornstørrelse <2 µm	1.8	% TS	1		Internal Method 8
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	1.6	g/kg TS	0.5	0.32	Internal Method (Soil), NF EN 13342 (other matrices)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	12500	mg/kg TS	1000	2478	NF EN 15936 - Méthode B
a) Torrstoff					
a) Torrvekt steg 1	66.7	% tv	0.1	3.34	NF EN 12880

Utlærende laboratorium/ Underleverandør:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny COFRAC TESTING (scope on www.cofrac.fr) 1-1488,

Moss 13.10.2021

Kundesenter - Eurofins Environment Testing Norway AS

Tegnforklaring:

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

Målesikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Målesikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/ -området. For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet. Rapporten må ikke gjengis, urettst i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e). Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AR-001 v 106



Åkerblå AS
Vestre Rosten 81
7075 TILLER
Attn: Kundeinformasjon Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Mallebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Environment_sales@eurofins.no

AR-21-MM-093850-01

EUNOMO-00308842

Prøvemottak: 23.09.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 23.09.2021-13.10.2021
Referanse: 103381 "C-undersøkelse"
Karmsundet

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2021-09230218	Prøvetakingsdato:	16.09.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Hedda Østgaard		
Prøvemerkning:	KARM-SED-2 Miljøgifter +	Analysedato:	23.09.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	5.3	mg/kg TS	0.5	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Bly (Pb) Premium LOQ					
b) Bly (Pb)	13	mg/kg TS	0.5	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kadmium (Cd) Premium LOQ					
b) Kadmium (Cd)	0.12	mg/kg TS	0.01	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kobber (Cu)					
b) Kobber (Cu)	9.7	mg/kg TS	0.5	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Krom (Cr)					
b) Krom (Cr)	14	mg/kg TS	0.5	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ					
b) Kvikksølv (Hg)	0.096	mg/kg TS	0.001	20%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Nikkel (Ni)					
b) Nikkel (Ni)	8.3	mg/kg TS	0.5	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Sink (Zn)					
b) Sink (Zn)	34	mg/kg TS	2	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) PCB(7) Premium LOQ					
b) PCB 28	< 0.00050	mg/kg TS	0.0005		SS-EN 16167:2018+AC:201

Teoriforklaring:

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

Målesikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Målesikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/ -området. For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervall. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet. Rapporten må ikke gjengis, urett i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n). Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 3

MS-001 v 1/09

AR-21-MM-093850-01



EUNOMO-00308842

b)	PCB 52	< 0.00050 mg/kg TS	0.0005		9 SS-EN 16167:2018+AC:201
b)	PCB 101	< 0.00050 mg/kg TS	0.0005		9 SS-EN 16167:2018+AC:201
b)	PCB 118	< 0.00050 mg/kg TS	0.0005		9 SS-EN 16167:2018+AC:201
b)	PCB 153	0.00056 mg/kg TS	0.0005	25%	9 SS-EN 16167:2018+AC:201
b)	PCB 138	0.00061 mg/kg TS	0.0005	25%	9 SS-EN 16167:2018+AC:201
b)	PCB 180	< 0.00050 mg/kg TS	0.0005		9 SS-EN 16167:2018+AC:201
b)	Sum 7 PCB	0.0012 mg/kg TS		25%	9 SS-EN 16167:2018+AC:201
<hr/>					
b)	PAH(16) Premium LOQ				
b)	Naftalen	0.034 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Acenaftylen	< 0.010 mg/kg TS	0.01		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Acenaften	0.085 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fluoren	0.047 mg/kg TS	0.01	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fenantren	0.36 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Antracen	0.068 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fluoranten	0.70 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Pyren	0.54 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[a]antracen	0.35 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Krysen/Trifenylen	0.36 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[b]fluoranten	0.57 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[k]fluoranten	0.20 mg/kg TS	0.01	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[a]pyren	0.40 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.31 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Dibenzo[a,h]antracen	0.060 mg/kg TS	0.01	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[ghi]perylen	0.29 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Sum PAH(16) EPA	4.4 mg/kg TS			SS-ISO 18287:2008, mod
a)	Tributyltinn (TBT)	7.1 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250

Tegntorklaring

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Målesikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Målesikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Målesikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/ -området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Kf-011 v 100

Side 2 av 3

AR-21-MM-093850-01



EUNOMO-00308842

a)	Dibutyltinn (DBT)	5.0 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Monobutyltinn (MBT)	<2.5 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Kornstørrelse <2 µm	2.3 % TS	1		Internal Method 6
a)	Kornstørrelse < 63 µm	25.3 %	0.1		Internal Method 6
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	14200 mg/kg TS	1000	2808	NF EN 15936 - Méthode B
b)	Tørrestoff	54.4 %	0.1	5%	SS-EN 12880:2000
a)* Preptest - TBT,DTB,MBT					
a)*	Injeksjon	blank value/imported			GC-MS/MS
a)	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	2.5 µg Sn/kg tv	2	0.81	XP T 90-250
a)	Monobutyltinn kation	<2.0 µg Sn/kg tv	2		XP T 90-250
a)	Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)	2.9 µg Sn/kg TS	2	1.01	XP T 90-250

Uttørende laboratorium/ Underleverandør:

- a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny COFRAC TESTING (scope on www.cofrac.fr) 1-1488,
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125,

Moss 13.10.2021



Kjetil Sjaastad
Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

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

Målesikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Målesikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n)e.
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 3 av 3

AR-001 v 1/06



Åkerblå AS
Vestre Rosten 81
7075 TILLER
Attn: Kundeinformasjon Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 62 00
Environment_sales@eurofins.no

AR-21-MM-092490-01

EUNOMO-00308842

Prøvemottak: 23.09.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 23.09.2021-11.10.2021
Referanse: 103381 "C-undersøkelse"
Karmsundet

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2021-09230219	Prøvetakingsdato:	16.09.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Hedda Østgaard		
Prøvemerking:	KARM-SED-2 TOC +	Analysedato:	23.09.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	33.7	%	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	2.5	% TS	1		Internal Method 6
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	2.2	g/kg TS	0.5	0.42	Internal Method (Soil), NF EN 13342 (other matrices)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	20300	mg/kg TS	1000	3998	NF EN 15936 - Méthode B
a) Torrstoff					
a) Torrvekt sleg 1	64.0	% rv	0.1	3.20	NF EN 12880

Utlærende laboratorium/ Underleverandør:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne COFRAC TESTING (scope on www.cofrac.fr) 1-1488,

Moss 11.10.2021

Kundesenter - Eurofins Environment Testing Norway AS

Tegnforklaring:

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

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AR-001 v 1/01



Åkerblå AS
Vestre Rosten 81
7075 TILLER
Attn: Kundeinformasjon Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Environment_sales@eurofins.no

AR-21-MM-093851-01

EUNOMO-00308842

Prøvemottak: 23.09.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 23.09.2021-13.10.2021
Referanse: 103381 "C-undersøkelse"
Karmsundet

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	438-2021-09230220	Prøvetakingsdato:	12.08.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Hedda Østgaard		
Prøvemerkning:	KARM-SED-Ref Miljøgifter +	Analysestartdato:	23.09.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	6.7	mg/kg TS	0.5	25%	SS 28311:2017mod/SS- EN ISO 17294-2:2016
b) Bly (Pb) Premium LOQ					
b) Bly (Pb)	29	mg/kg TS	0.5	25%	SS 28311:2017mod/SS- EN ISO 17294-2:2016
b) Kadmium (Cd) Premium LOQ					
b) Kadmium (Cd)	0.080	mg/kg TS	0.01	25%	SS 28311:2017mod/SS- EN ISO 17294-2:2016
b) Kobber (Cu)					
b) Kobber (Cu)	18	mg/kg TS	0.5	25%	SS 28311:2017mod/SS- EN ISO 17294-2:2016
b) Krom (Cr)					
b) Krom (Cr)	30	mg/kg TS	0.5	25%	SS 28311:2017mod/SS- EN ISO 17294-2:2016
b) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ					
b) Kvikksølv (Hg)	0.189	mg/kg TS	0.001	20%	SS 28311:2017mod/SS- EN ISO 17294-2:2016
b) Nikkel (Ni)					
b) Nikkel (Ni)	21	mg/kg TS	0.5	25%	SS 28311:2017mod/SS- EN ISO 17294-2:2016
b) Sink (Zn)					
b) Sink (Zn)	66	mg/kg TS	2	25%	SS 28311:2017mod/SS- EN ISO 17294-2:2016
b) PCB(7) Premium LOQ					
b) PCB 28	< 0.00050	mg/kg TS	0.0005		SS-EN 16167:2018+AC:201

Tegntorklaring:

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

Målesikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Målesikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/ -området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, urintatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

AR-001 v 108

Side 1 av 3

AR-21-MM-093851-01



EUNOMO-00308842

b)	PCB 52	< 0.00050 mg/kg TS	0.0005		9 SS-EN 16167:2018+AC:2019
b)	PCB 101	< 0.00050 mg/kg TS	0.0005		SS-EN 16167:2018+AC:2019
b)	PCB 118	< 0.00050 mg/kg TS	0.0005		SS-EN 16167:2018+AC:2019
b)	PCB 153	< 0.00050 mg/kg TS	0.0005		SS-EN 16167:2018+AC:2019
b)	PCB 138	0.00059 mg/kg TS	0.0005	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019
b)	PCB 180	< 0.00050 mg/kg TS	0.0005		SS-EN 16167:2018+AC:2019
b)	Sum 7 PCB	0.00059 mg/kg TS		25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019
b) PAH(16) Premium LOQ					
b)	Naftalen	0.019 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Acenaftalen	< 0.010 mg/kg TS	0.01		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Acenaften	0.044 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fluoren	0.024 mg/kg TS	0.01	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fenantren	0.20 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Antracen	0.037 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fluoranten	0.43 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Pyren	0.35 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[a]antracen	0.23 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Krysen/Trifenylen	0.24 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[b]fluoranten	0.53 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[k]fluoranten	0.20 mg/kg TS	0.01	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[a]pyren	0.27 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.34 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Dibenzo[a,h]antracen	0.061 mg/kg TS	0.01	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[ghi]perylen	0.30 mg/kg TS	0.01	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Sum PAH(16) EPA	3.3 mg/kg TS			SS-ISO 18287:2008, mod
a)	Tributyltinn (TBT)	3.9 µg/kg tv		2.5	XP T 90-250

Testforklaring:

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

Målesikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Målesikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjenles, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n).
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 2 av 3

MS (01) v 1(0)

AR-21-MM-093851-01

EUNOMO-00308842



a)	Dibutyltinn (DBT)	3.0 µg/kg tv	2.5	XP T 90-250
a)	Monobutyltinn (MBT)	2.7 µg/kg tv	2.5	XP T 90-250
a)	Kornstørrelse <2 µm	5.1 % TS	.1	Internal Method 6
a)	Kornstørrelse < 63 µm	64.7 %	0.1	Internal Method 6
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	17000 mg/kg TS	1000	3354 NF EN 15936 - Méthode B
b)	Tørstoff	48.5 %	0.1	5% SS-EN 12880:2000
a)*	Preptest - TBT,DTB,MBT			
a)*	Injeksjon	blank value/imported		GC-MS/MS
a)	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	<2.0 µg Sn/kg tv	2	XP T 90-250
a)	Monobutyltinn kation	<2.0 µg Sn/kg tv	2	XP T 90-250
a)	Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)	<2.0 µg Sn/kg TS	2	XP T 90-250

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny COFRAC TESTING (scope on www.cofrac.fr) 1-1488,
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125,

Moss 13.10.2021



 Kjetil Sjaastad
 Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

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

Målesikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Målesikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n)e.
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 3 av 3

AR-001 v 106



Åkerblå AS
Vestre Rosten 81
7075 TILLER
Attn: Kundeinformasjon Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. NO9 851 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Environment_sales@eurofins.no

AR-21-MM-093824-01

EUNOMO-00308842

Prøvemottak: 23.09.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 23.09.2021-13.10.2021
Referanse: 103381 "C-undersøkelse"
Karmsundet

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2021-09230221	Prøvetakingsdato:	12.08.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Heðda Øsligaard		
Prøvermerking:	KARM-SED-Ref TOC +	Analysestartdato:	23.09.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	65.6	%	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	4.7	% TS	1		Internal Method 6
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	2.1	g/kg TS	0.5	0.41	Internal Method (Soil), NF EN 13342 (other matrices)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	13200	mg/kg TS	1000	2614	NF EN 15936 - Méthode B
a) Torrstoff					
a) Torrvekt steg 1	56.2	% rv	0.1	2.81	NF EN 12880

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny COFRAC TESTING (scope on www.cofrac.fr) 1-1488,

Moss 13.10.2021

Kundesenter - Eurofins Environment Testing Norway AS

Tegnforklaring:

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

Målesikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Målesikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/ -området. For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet. Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(h) undersøkte prøven(e). Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AP-001 v 106

Vedlegg 3 - Klassifisering av forurensningsgrad

Endringer i klassifisering av artenes forurensningsgrad; system (V3.1) og språkbruk (V3.2).

V3.1 System: Overgang fra AMBI til NSI

Med bakgrunn i rapporten «*Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)*» (Rygg & Norling, 2013) har Åkerblå AS avd. Marine Bunndyr konkludert med å bruke artenes NSI-verdi istedet for AMBI-verdi for å angi forurensningsgrad (forurensingssensitiv, -tolerant osv). Ettersom Rygg & Norling konkluderte med at NSI viste bedre korrelasjon med norske resipienter enn hva AMBI gjorde velger vi å ta utgangspunkt i de økologiske gruppene som artenes NSI verdi faller under.

Ettersom NSI er laget med bakgrunn i å dekke samme bruksområde som AMBI i norske resipienter, er den økologiske gruppeinndelingen basert på utgangspunktet for AMBI-indeksen (Borja et al., 2000). Artene som har blitt klassifisert i AMBI-systemet er delt inn i fem økologiske grupper basert på toleransen ovenfor organisk tilførsel i sedimentene. Utgangstilstanden er beskrevet som ikke tilført organisk materiale (lett ubalanse er noe organisk tilførsel osv):

Gruppe 1 – Arter som er veldig sensitive til organisk tilførsel og arter som er tilstede ved ikke forurensete forhold (utgangstilstand). Denne gruppen inkluderer karnivore spesialister og noen rørbyggende flerbørstemarkere (Benevnelse - forurensingssensitive).

Gruppe 2 – Arter som er helt, eller til en viss grad, likegyldig til organisk tilførsel. Alltid tilstede i lave tettheter med ikke-betydelige variasjoner over tid (fra utgangstilstand til lett ubalanse). I denne gruppe inkluderes «suspension feeders», mindre selektive karnivorer og åtseletere (Benevnelse - forurensingsnøytrale).

Gruppe 3 – Arter som er tolerante ovenfor organisk tilførsel. Disse artene kan også forekomme under normale tilstander, men blir stimulert av organisk tilførsel. Denne gruppen inkluderer overflate «deposit feeders» som noen rørbyggende flerbørstemarkere (Benevnelse - forurensingstolerante).

Gruppe 4 – Andre orden opportunister (lett til markert ubalanserte situasjoner). I hovedsak små flerbørstemarkere; «subsurface deposit-feeders» som f.eks cirratulider (Benevnelse - Opportunistisk, forurensingstolerant)

Gruppe 5 – Første orden opportunister (markert ubalanserte situasjoner) (Benevnelse - Forurensingsindikerende art).

V3.2 Språkbruk: Endringer

Etter en re-tolkning av Borja et al. (2000) velger vi å endre noe på språkbruken ang. benevnelsen til de forskjellige økologiske gruppene. Nedenfor har vi satt opp en oversiktstabell fra tidligere benevnelse til den nye benevnelsen:

Tabell V3.1 Oversikt over reviderte benevnelser for inndeling av AMBI/NSI i økologiske grupper.

Økologisk gruppe	Gammel benevnelse	Ny benevnelse
1	Svært forurensingssensitiv	Forurensingssensitiv
2	Forurensingssensitiv	Forurensingsnøytral
3	Forurensingstolerant	Forurensingstolerant
4	Svært forurensingstolerant (opportunistisk)	Forurensingstolerant (opportunistisk)
5	Kraftig forurensingstolerant (opportunist)	Forurensingsindikerende art

V3.3 Endringer i NSI-grupper

Etter som ny informasjon blir tilgjengelig og arter splittes og bytter slekter har vi i noen tilfeller ansett det som nødvendig å endre arters tilhørende NSI-gruppe (tabell V3.2)

Tabell V3.2 Oversikt over endringer i NSI- og ISI-verdier gjort, hvor verdiene er hentet fra og kilder som viser til informasjonen avgjørelsen er basert på.

Art	Ny NSI/ISI hentet fra	Kilde
Tubificoides benedii	Oligochaeta (NSI 5)	Giere et. al. 1988; Giere et. al. 1999
Pista mediterranea	Pista cristata (NSI 2)	Jirkov & Leontovich 2017; Hutchings pers. med.
Pista cristata	Pista lornensis (NSI 2)	Jirkov & Leontovich 2017; Hutchings pers. med.
Owenia borealis	Oweina fusiformis	Koh et.al 2003
Terebellides sp.	Terebellides stroemii	Nygren et.al. 2018
Hermania sp.	Philine scabra (NSI 2)	Chaban et. al. 2015
Philinidae	Philine sp. (NSI 2)	Chaban & Lubin 2015

Bray JR, Curtis JT. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.

Chaban EM, Nekhaev IO, Lubin PA. (2015). *Hermania indistincta* comb. nov. (Gastropoda: Opisthobranchia: Cephalaspidae) from the Barents Sea – new species and genus for the fauna of the Russian Seas. *Zoosystematica Rossica* 24(2): 148-154.

Giere O, Rhode B, Dubilier N. (1987). Structural peculiarities of the body wall of *Tubificoides benedii* (Oligochaeta) and possible relations to its life in sulphidic sediments. *Zoomorphology* 108:29-39.

Giere O, Preusse J-H, Dubilier N. (1999). *Tubificoides benedii* (Tubificidae, Oligochaeta) — a pioneer in hypoxic and sulfidic environments. An overview of adaptive pathways. *Hydrobiologia* 406: 235-241.

Jirkov IA, Leontovich MK. (2017). Review of genera within the *Axionice/Pista* complex (Polychaeta, Terebellidae), with discussion of the taxonomic definition of other Terebellidae with large lateral lobes. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 97(5): 911-934

Koh BS, Bhaud MR, Jirkov IA. (2003). Two new species of *Owenia* (Annelida: Polychaeta) in the northern part of the North Atlantic Ocean and remarks on previously erected species from the same area. *Sarsia* 88:175-188.

Nygren A, Parapar J, Pons J, Meißner K, Bakken T, et al. (2018). A mega-cryptic species complex hidden among one of the most common annelids in the North East Atlantic. *PLOS ONE* 13(6): e0198356.

Vedlegg 4 - Indeksbeskrivelser

V4.1 Diversitet og jevnhet

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (S , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J , fordelingen av antall individer relatert til fordeling av individer mellom artene) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

hvor $p_i = N_i/N$, N_i = antall individer av art i , N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, $H'_{\max} (= \log_2 S)$, er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte (Pielou 1966)

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

hvor H' = Shannon Wiener indeks og H'_{\max} = diversitet dersom alle arter er representert med ett individ. Dersom $H' = H'_{\max}$ er J maksimal og får verdien 1. J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Hurlbert diversitetsindeks ES_{100} er beskrevet som

$$ES_{100} = \sum_i^S \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{100}}{\binom{N}{100}} \right]$$

hvor ES_{100} = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, S arter, og N_i individer av i -ende art.

V4.2 Sensitivitet og tetthet

Sensitivitet beskrives av indeksene ISI (Indicator Species Index), NSI og AMBI (Azti Marin Biotic Index).

Beregning av ISI er beskrevet av Rygg, 2002 og NIVA-rapport 4548-2002. Formelen for utregning av en prøves ISI-verdi er gitt ved

$$ISI = \sum_i^S \left[\frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

hvor ISI_i er verdien for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivetsverdier. Hver art er tilordnet en sensitivetsverdi (ISI-verdi), og en prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av artene i prøven.

NSI er utviklet med basis i norske faunadata. Her er også hver art tilordnet en sensitivetsverdi (NSI-verdi) og individantall for hver art inngår i beregningen. Formelen for utregning av en prøves NSI-verdi er gitt ved

$$NSI = \sum_i^S \left[\frac{N_i \cdot NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

hvor N_i er antall individer og NSI_i er verdien for arten i , N_{NSI} er antall individer tilordnet sensitivetsverdier.

Sensitivetsindeksen AMBI tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-1: sensitive arter, EG-2: indifferente arter, EG-3: tolerante, EG-4: opportunistiske, EG-5: forurensingsindikerende arter, og hvor hver enkelt økologiske gruppe har en toleranseverdi (AMBI-verdi) (Borja et al., 2000). Formelen for beregning av en prøves AMBI-verdi er gitt ved

$$AMBI = \sum_i^S \left[\frac{N_i \cdot AMBI_i}{N_{AMBI}} \right]$$

hvor N_i er antall individer med innenfor økologisk gruppe i , $AMBI_i$ er toleranseverdien for de ulike økologiske gruppene (henholdsvis 0, 1.5, 3, 3.5 og 6, for gruppe 1- 5, respektivt) og N_{AMBI} er antall arter tilordnet en AMBI-verdi.

AMBI viser stigende verdi ved synkende (dårligere) tilstand, mens alle de andre indeksene viser synkende verdi ved synkende (dårligere) tilstand.

V4.3 Sammensatt indeks (NQI1)

Den sammensatte indeksen NQI1 (Norwegian quality status, version 1) bestemmes ut fra både artsmangfold og sensitivitet (AMBI).

NQI-indeksen er gitt ved formelen

$$NQI1 = \left[0,5 \cdot \left(\frac{1 - AMBI}{7} \right) + 0,5 \cdot \left(\frac{\left[\frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right]}{2,7} \right) \cdot \left(\frac{N}{N + 5} \right) \right]$$

hvor *AMBI* er en sensitivitetsindeks, *S* er antall arter og *N* er antall individer i prøven.

V4.4 Normalisering

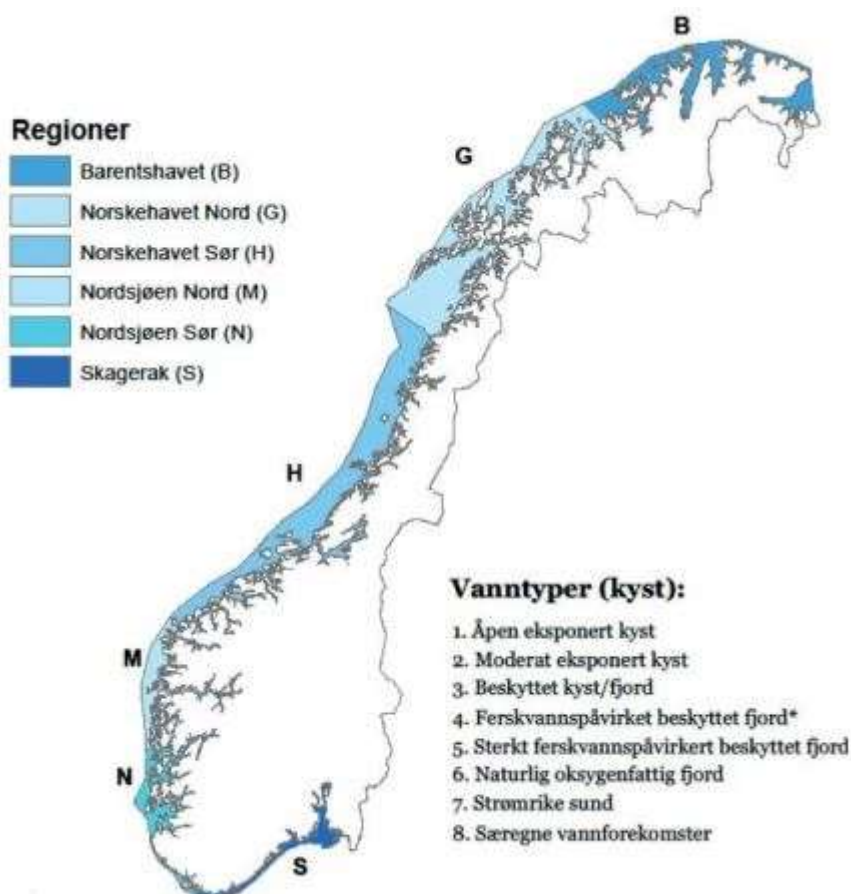
Ved å regne om alle indekser til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettere å sammenligne dem. nEQR gir en tallverdi på en skala mellom 0 og 1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom 0 – 0,2, tilstandsklasse «dårlig» tilsvarer verdier mellom 0,2 – 0,4 osv.). I tillegg til å vise statusklassen viser nEQR-verdien også hvor høyt eller lavt verdien ligger innenfor sin tilstandsklasse. For eksempel viser en nEQR-verdi på 0,75 at indeksen ligger tre firedeler i tilstandsklassen «God» (Tabell V.2).

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

$$nEQR = \frac{abs|Indeksverdi - Klassens nedre verdi|}{Klassens øvre indeksverdi - Klassens nedre grenseverdi + Klassens nEQR Basisverdi} \cdot 0,2$$

Vedlegg 5- Referansetilstander

De forskjellige økoregionene er illustrert i Figur V6.1 og det er også gitt en forklaring på de forskjellige vanntypene i figuren. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (V5.1-V5.3) angir hvilken tilstand de ulike parameterne tilhører; blå tilsvare tilstand «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig». Bunnfauna klassifiseres ut ifra NS 9410 (2016; tabell V5.4) ved stasjoner i anleggssonen, og i henhold til Veileder 02:2018 ved stasjoner utenfor anleggssonen.



Figur V5.1 Inndeling av økoregioner og forskjellige kystvanntyper langs norskekysten.

Tabell V5.1 Oversikt over klassegrenser og tilstand for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2018.

Økoregion og vanntype	Indeks	Tilstand				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Skagerak 1-3 (S1-3)	NQI	0.9 - 0.82	0.82 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Skagerak 5 (S5)	NQI	0.86 - 0.69	0.69 - 0.6	0.6 - 0.47	0.47 - 0.3	0.3 - 0
	H	6 - 4	4 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	56 - 28	28 - 19	19 - 11	11 - 6	6 - 0
	ISI2012	11.8 - 7.6	7.6 - 6.8	6.8 - 5.6	5.6 - 4.1	4.1 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S 1-2 (N1-2)	NQI	0.94 - 0.75	0.75 - 0.66	0.66 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S 3-5 (N3-5)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.1 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.5	4.5 - 0
	NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
Nordsjøen N 1-2 (M1-2)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen N 3-5 (M3-5)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.1 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.5	4.5 - 0
	NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
Norskehavet S 1-3 (H1-3)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Norskehavet S 4-5 (H4-5)	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0

Økoregion og vanntype	Indeks	Tilstand				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Norskehavet N 1-3 (G1-3)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Norskehavet N 4-5 (G4-5)	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Barentshavet 1-5 (B1-5)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	4.8 - 3.2	3.2 - 2.5	2.5 - 1.6	1.6 - 0.8	0.8 - 0
	ES100	39 - 19	19 - 13	13 - 8	8 - 4	4 - 0
	ISI2012	13.5 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.5	6.5 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0

Tabell V5.2 nEQR-basisverdi for hver tilstand*.

nEQR basisverdi		Tilstand
Klasse I	0,8	Svært god
Klasse II	0,6	God
Klasse III	0,4	Moderat
Klasse IV	0,2	Dårlig
Klasse V	0	Svært dårlig

*Tilstandsklasse

Tabell V5.3 Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær et. al, 1997, Bakke et. al, 2007, Veileder 02:2018. Organisk karbon er total organisk karbon (TOC) korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstand*					
		I	II	III	IV	V	
		Svært god/ Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	O ₂ innhold**	mg O ₂ / l	>6,39	6,39- 4,97	4,97-3,55	3,55-2,13	<2,13
	O ₂ metning***	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
	TOC	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
Sediment	Kobber	mg Cu/kg	<20	20-84		84-147	>147
	Sink	mg Zn/ kg	0-90	91-139	140-750	751-6690	>6690

* Tilstandsklasse

** Regnet fra ml O₂/L til mg O₂/L hvor omregningsfaktoren til mg O₂/L er 1,42

*** Oksygenmetningen er beregnet for salinitet 33 og temperatur 6°C

Tabell V5.4 Vurdering av faunaprøver for prøvestasjon C1 (NS 9410:2016).

Tilstand*	Krav
1 - Meget god	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
2 - God	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
3 - Dårlig	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .
4 - Meget dårlig	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

**Miljøtilstand*

Vedlegg 6 - Artsliste

Artsliste med NSI-verdier, sortert alfabetisk innen hovedgrupper, for all fauna funnet ved Karmsund (Tabell V6.1).

Tabell V6.1 Artsliste for bunnfauna. Arter markert i rødt er arter som er identifisert (og i enkelte tilfeller kvantifisert), men som ikke er statistisk gjeldende (i.e Foraminifera, phylum Bryozoa, kolonielle Porifera, infraklasse Cirripedia, kolonielle Cnidaria, phylum Nematoda og pelagiske arter, jf. NS-EN ISO 16665:2013. Symbolet «X» indikerer at arten eller taxaen er observert, men ikke kvantifisert.

TAXA	NS I (E G)	KARM -1-1	KARM -1-2	KARM -1-3	KARM -2-1	KARM -2-2	KARM -2-3	KARM- REF-1	KARM- REF-2	KARM- REF-3
Abyssoninoe hibernica	1	1	4	3				4		5
Aglaophamus pulcher	2								2	
Ampharete lindstroemi kompleks		3	6	11	21	15	20			
Ampharete octocirrata	1	31	17	30	53	33	36			
Ampharete sp.	1	53	31	40	23	8	18			
Ampharetidae	1	4	4	4	5	1				
Amphicteis gunneri	3		1		1	5	1			
Amphitrite birulai	1			1		1	1	4	1	4
Amphitrite cirrata	3	1								
Amythasides macroglossus	1				1			1	1	19
Anobothrus gracilis	2	16	19	33	31	9	35		1	
Aphelochaeta sp.	2	3	1	3	1		4	51	16	28
Aphrodita aculeata	1		1	1			1	1		
Branchiomma sp.						1				
Bylgides sarsi	3				1					
Ceratocephale loveni	3							4	3	4
Chaetoparia nilssoni	2			2	1		1	1		
Chaetozone cf. monteverdii								1		
Chaetozone pseudosetosa	4	4	6	1	2		1	19	23	5
Chaetozone zetlandica					1	1	2			
Chone duneri	1					1	1			
Cirratulus cirratus	4						1			
Cirriformia tentaculata							1			
Diplocirrus glaucus	2			1				4	2	5
Dipolydora sp.				1	1					
Eclysippe cf. eliasoni	1							1	2	3
Eteone flava/longa	4	1		1						
Euchone analis			2	1						
Euchone southerni								1		
Euclymene droebachiensis		1								

Euclymeninae	1	1	1							3
Eulalia sp.					1					
Eumida sp.	1		1	2	3		2			
Eupolymnia nebulosa	2					1				
Eupolymnia nesidensis	1	1				2	1			
Exogone verugera	1								1	
Flabelligeridae	2							1		
Galathowenia oculata	3	108	49	119	14	4	38	2	20	4
Gattyana cirrhosa	2			1	1					
Glycera alba	2	4	2	5	5	4	2		1	
Glycera lapidum kompleks	1	1	2		1	2	1			
Glycinde nordmanni	1		1							
Goniada maculata	2	3	1	1	7	1	6		1	
Heteromastus filiformis	4	1	2	4	1			106	232	16
Hydroides norvegica	1				1		2			
Jasmineira sp.	2						1			
Kirkegaardia serrata	3									1
Lagis koreni	4				3	4	7			
Lanice conchilega				1						
Laonice bahusiensis	1						1			
Levinsenia flava								2		
Levinsenia gracilis	2		1							3
Lumbrineridae	2				2	5				
Lumbrineris mixochaeta	4							6	3	5
Lumbrineris sp.	2	1			12	15	2			
Mediomastus fragilis	4				3	7	4			
Melinna cristata	2							5	3	
Melinna elisabethae	2	1		1	5	7	4			
Myriochele danielsseni				1	2		1			
Neoleanira tetragona	3	2								1
Nephtys hombergii	2		1	1						
Nephtys hystricis	2								1	1
Nephtys paradoxa	2									1
Nereididae				1			4			
Nereimyra punctata	4		1							
Nereiphylla lutea		1					1			
Notomastus latericeus	1	7	5	10	7	11	5			1
Ophelina acuminata	2		1		1	1				
Ophelina norvegica	2									1
Ophryotrocha sp.	4				2		1			
Owenia borealis	2	8	4	12	9	3	14			
Oxydromus vittatus	3			2						
Paradoneis lyra	2	1		1			2			
Paramphinome jeffreysii	3							98	67	60
Paranaitis kosteriensis								1		
Paranaitis sp.		1								

Pectinariidae		2	1	2				3	1	1
Petaloproctus borealis					1					
Pholoe baltica	3	2	2	4	21	8	14	2	2	3
Pholoe pallida	1							3		3
Pholoe sp.	2	1	1	1		2				
Phyllodoce groenlandica	3			1			1			
Phyllodoce maculata	4				2		5			
Phyllodoce mucosa	5					1	1			
Phyllodoce rosea	1	1			1					
Phylo norvegicus kompleks	2							5	8	4
Pista cristata	2		1	3	2					
Pista sp.				1			1	3	2	4
Polycirrus norvegicus	4	6			6	13	3			
Polycirrus plumosus	2	4	5	4	4	1	8		1	
Polycirrus sp.	1						2			
Polynoidae	2	1	3	6	10	6	7	5	3	1
Polynoidae 2	2									1
Polyphysia crassa	3				3	8				
Praxillella affinis	1	4	1	1	1		1	4	6	3
Praxillella praetermissa	2		1	2						
Prionospio cirrifera	3	3	18	17	18	60	19		1	
Prionospio dubia	1							3	5	1
Prionospio fallax	2	4		2	1	3	2			
Pseudopolydora nordica	4	10	13	14	218	142	350	2	4	
Pseudopolydora pulchra	4	3	7	11	2	1	1			
Rhodine gracilior	1	1		2						
Rhodine loveni	2							13	1	10
Sabella pavonina				1						
Sabellidae	2	1	2		4	7	15	1		
Scalibregma inflatum kompleks	3	2		1	1	9	1			
Scolelepis korsuni	1	3								
Siboglinidae	1		1							
Sige fusigera	3	6	7	8	12	9	12	2		
Sosane sulcata	1		1	2	50	45	40			
Sosane wahrbergi	2		3							
Sosane wireni	1			1	1					
Sphaerosyllis hystrix	1				1					
Spiophanes bombyx	2	7	6	2	1		4			
Spiophanes kroyeri	3	131	47	67	51	19	51	14	3	12
Spiophanes wigleyi	1	1						1		
Sthenelais limicola	1	3	5	5	3		4			
Streblosoma bairdi	2			1	3			1		
Streblosoma intestinale	1	5	4		13	3	25			
Syllis cornuta	3	4		5	4	7	7			
Terebellidae	1				3	2	3			

Terebellides sp.	2				1	2	1	8	2	2
Tharyx killariensis	2		3			1		3	3	2
Thelepus sp.		5	1	3	10	14	7			
Trichobranchus roseus	1	3	1	1	5	2				
Abra longicallus	3	6	3	7			3	1	6	
Abra nitida	3		2	3				56	63	14
Acanthocardia echinata	2	1		4			2			
Adontorhina similis	2									1
Chamelea striatula	1			1						
Cuspidaria cuspidata	2			1						
Cuspidaria sp.								2		
Dosinia lupinus	3						1			
Ennucula tenuis	2	1		1				1	1	
Hiatella arctica	1				2		1			
Kelliella miliaris	3							12	4	7
Kurtiella bidentata	4		4	4	1	8	20			
Lyonsia norwegica						1	2			
Mendicula ferruginosa	1									11
Mya sp.	3	2				1				
Myrtea spinifera	2	9	3	2	9	8	7			
Nucula nucleus		1								
Nucula sulcata	2							3	1	
Nucula tumidula	2									10
Parathyasira equalis	3							24	30	33
Parathyasira granulosa	4		6	24	20	11	16			
Parvicardium minimum	1								1	2
Phaxas pellucidus	2	5	2	5		2				
Tellimya ferruginosa	2					1				
Thracia sp.	2	1		3	2	1	10			
Thyasira flexuosa	3	39	28	24	34	27	106			
Thyasira gouldii	4		2	1	1	1				
Thyasira obsoleta	1							1	1	6
Thyasira polygona							6			
Thyasira sarsii	4	3		7	7	9	4	3	1	
Thyasira sp.	3								2	
Tropidomya abbreviata	1									1
Varicorbula gibba	4	9	2	4	4	5	4			
Yoldiella lenticula	3							5	3	
Yoldiella lucida	2							2	1	1
Yoldiella nana	3								1	1
Gastropoda	1						1			
Buccinidae				1						
Cephalaspidea	4			1						
Cylichna alba	1	12	9	9						
Cylichna cylindracea	2	1					2			
Haliella stenostoma	2									1
Nudibranchia	3		1							

Philinoidea	2	23	17	13	1	1	5	1	1	
Retusa umbilicata	4	2	1							
Leptochiton asellus	1				2	3				
Entalina tetragona	1							2		4
Caudofoveata	2									1
Chaetoderma nitidulum	2			1			1			
Ampelisca sp.	1	3	1	1	3	2	4			1
Eriopisa elongata	2							1		5
Lysianassoidea	1			1			1	1		
Nototropis sp.		3								
Oedicerotidae				1						
Photis sp.		1								
Phtisica marina	2	3		1		1				
Westwoodilla caecula	1	1	1	1						
Cumacea	1							1		1
Diastylis lucifera	3							3	1	
Decapoda (larver)		1			1			1		
Galathea sp.							4			
Hyas sp.					1		1			
Inachus dorsettensis					1					
Munida sp.										1
Paguridae	1	1								
Astacilla dilatata	1			1						
Pycnogonida	1	1			1					
Anoplodactylus petiolatus				2						
Cirripedia					2	x	x			
Calanoida		1			1			8	4	2
Asteroidea	3	4	4	6						
Ophiuroidea	2	1	2	3		2		2		5
Amphilepis norvegica	2							5		8
Amphipholis squamata	1	1						1		3
Amphiura chiajei	2							7		5
Amphiura filiformis	3	1	1		3		1			
Ophiocten affinis	3		3	3		2				
Ophiura sarsii	2					1				
Ophiura sp.	2	4			3	2	4			2
Echinoidea	1	3	2	9	6	1	6	5	25	
Brissopsis lyrifera	2									1
Echinocardium sp.	3	25	47	32	13		35			
Labidoplax buskii	2	1	3	4	3	4	6			
Leptosynapta decaria						1	1			
Pseudothyone raphanus		4		1	3	2				
Bryozoa					x	x	x			
Vertebrata							1			
Asciacea	1				2	1	2			
Cerianthus lloydii	3	4		1	2	3	3			
Edwardsiidae	2	1	7	4	6	4	10			
Virgularia mirabilis	2									1

Hydrozoa										1
Nematoda		1		1				3		
Nemertea	3	4	1	2	5	6		3	3	2
Nemertea 2	3				1		6			
Phoronis muelleri	2	6	2	2	3	1	3			
Platyhelminthes	2			1					1	
Sipuncula	2	2	1	1						1
Golfingia sp.	2			1		1				
Nephasoma minutum	2							3		9
Foraminifera					50	50	20	30	20	150
Lumbriclymeninae		1			1					
Leiochone sp.		2	1	1						
Kirkegaardia sp.				2			1			
Astacilla sp.							2			
Colpodaspis sp.			1							
Leptostylis ampullacea		1								
Crangon sp.			1							
Nototropis swammerdamei			9	9			1			
Edwardsiidae 2			1							
Scutopus sp.								3	2	

Vedlegg 7 – Bilder av sediment

Det ble tatt bilder av sedimentet fra tre hugg per stasjon etter at grabben ble tømt i plastbaljen, men før vask (Figur V7.1 – V7.3). Det ble også tatt bilde av bomhugg ved planlagt stasjon KARM-SED-1 og planlagt stasjon KARM-SED-2 (Figur V7.4).



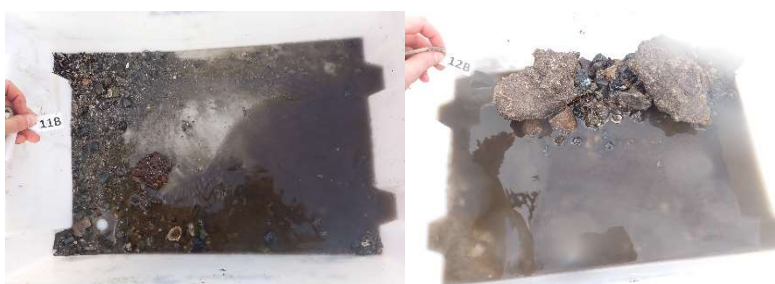
Figur V7.1 Sediment før vask ved KARM-SED-1.



Figur V7.2 Sediment før vask ved KARM-SED-2.



Figur V7.3 Sediment før vask ved KARM-SED-REF.



Figur V7.4 Bomhugg ved planlagt stasjon KARM-SED-1 (11B) og ved planlagt KARM-SED-2 (12B).

Strandsoneundersøkelse

Veileder 02:2018 og NS 19493



Lokalitet:	Karmsundet
Dato for feltarbeid:	26.08.2021
Oppdragsgiver:	Karmøy kommune

Rapport	
Tittel	Strandsonerapport for Karmsundet
Rapportnummer	103469-01-001
Rapportdato	15.06.22
Dato feltarbeid	26.08.2021
Revisjonsnummer	Beskrivelse av revisjon
-	-
Lokalitet	
Lokalitet	Karmsundet, Karmøy kommune, Rogaland
Lokalitetsnummer	-
Kapasitet/MTB	-
Oppdragsgiver	
Selskap	Karmøy kommune
Kontaktperson	Håkon Døsen
Oppdragsansvarlig	
Selskap	Åkerblå AS Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA Organisasjon nr. 916 763 816
Ansvarlig prøvetaking	Dag Slettebø
Forfatter(-e)	Dag Slettebø
Godkjent av	Oda Ravnås Waldeland
Distribusjon	<i>Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis. Resultatene i denne undersøkelsen gjelder kun for beskrevne prøvestasjoner som representerer et definert og begrenset område ved et spesifikt prøvetidspunkt.</i>

Forord

Denne undersøkelsen er utført for Karmøy kommune i forbindelse med utplassering av et nytt avløpsrør for kommunalt avløpsvann. Strandsoneundersøkelsen er et ledd i et større kartleggingsprosjekt som også består av bl.a. sedimentprøver, strømmålinger og vannprøver.

Sammendrag

Resultatene tyder på miljøtilstanden er god både ved KARM-F1 og KARM-F2, da begge stasjonenes nEQR-verdier tilsvarte tilstand *god*. Det ble registrert noe lavere nEQR-verdi ved KARM-F2 (0,74) enn ved KARM-F1 (0,78), og dette skyldes færre arter brunalger og flere arter grønnalger. Likevel var de to stasjonene stort sett like, både med tanke på fjærepotensiale og algesammensetning.

Den videre frekvensen for strandsoneundersøkelser er ikke bestemt i gjeldende overvåkingsplan, men om det skulle bli aktuelt, anbefales det å taksere de etablerte stasjonene slik at eventuelle eutrofieringseffekter fra avløpet kan bli avdekket.

Innhold

Forord	3
Sammendrag	4
1 Innledning	6
2 Metode	8
2.1 Områdesbeskrivelse	8
2.2 Stasjonsplassering	9
2.3 Fremgangsmåte ved undersøkelse av littoralsonen	9
3 Resultater	11
3.1 Littoralsonen.....	11
3.1.1 KARM-F1	11
3.1.2 KARM-F2.....	13
4 Diskusjon	15
5 Litteratur	16
6 Vedlegg	17
6.1 Vedlegg 1 – Feltlogg	17
6.2 Vedlegg 2 – Artsliste	19
6.3 Vedlegg 4 - Fjærepotensiale	21
6.4 Vedlegg 5 – Beregning av EQR/nEQR for fjæreindeks (RSLA)	22
6.5 Vedlegg 8 – Økoregioner og vanntyper.....	23

1 Innledning

En strandsonundersøkelse er en undersøkelse av tilstanden i strandsonen i nærheten av en utslippskilde. Denne består i hovedsak av en taksering av de fastsittende algene i fjæresonen.

De fastsittende algene, også kalt makroalger, er alle større synlige alger som vokser på fjell, stein og andre faste strukturer samt på andre alger eller dyr langs kysten. Ulike arter av alger vokser i såkalte soner nedover i littoralsonen, også kalt fjæresonen. Algene vokser videre nedover i sublittoralsonen, også kalt sjøsonen, til nederste voksedyp for alger. Nederste voksedyp bestemmes av lystilgang og vil variere mellom arter. Algene har ikke mulighet til å flytte seg til andre steder dersom forholdene skulle endres, og kan derfor fungere som gode indikatorer på en eventuell forverring av de lokale forholdene de lever under. Algefloraen i fjæresonen domineres i hovedsak av brunalger ved naturlige forhold, samt rødalger og grønnalger. Artssammensetning og sonering på en gitt plass varierer med lysforhold, temperatur, saltholdighet, bølgeeksponering, strøm og næringstilgang av for eksempel fosfor og nitrogen. Enkelte arter lever også i konkurranse med hverandre om tilgjengelig substrat, og algesamfunnet på ulike plasser vil reflekteres av de arter som er best tilpasset de gjeldende fysiske forhold. Dersom tilgangen til næring endres vil også artssammensetningen og soneringen kunne endre seg (Rueness, 1977; Veileder 02:2018).

Kunnskapen om de enkelte arters økologi og hvordan artssammensetningen og soneringen endres seg ved ulike forhold ligger til grunn for vurderingen av tilstanden av algesamfunnet og dermed indeksene som benyttes. For fastsittende alger er det utviklet to ulike indekser for å vurdere påvirkningstypen eutrofiering. De to ulike indeksene som inngår i klassifiseringssystemet for fastsittende alger heter Nedre voksegrenseindeks (MSMDI) og Fjæreindeks (RSL/RSLA). Nedre voksegrenseindeksen beregnes som nedre voksegrense for et utvalgt lett gjenkjennelige opprette alger, mens Fjæreindeksen er en multimetrisk indeks som beregnes ut fra artssammensetningen av makroalger i fjæresonen, samt en artsmessig justering for fysiske forhold i fjæra. Varianten RSL er en eldre indeks, hvor kun artenes tilstedeværelse registreres. Denne benyttes i sterkt ferskvannspåvirkede fjorder. For RSLA gis det i tillegg en mengdeangivelse (abundance) for dekningsgrad for de ulike artene. For det meste av Norskekysten er det indeksen RSLA/RSL som benyttes. I Skagerak benyttes indeksen MSMDI (Veileder 02:2018).

Eutrofiering er karakterisert som økt vekst av floraen (planter og alger) som følge av økt tilgang av de begrensende vekstfaktorer som er nødvendige for fotosyntese: karbondioksid, sollys og næringsstoffer. Eutrofiering kan gi sterk vekst av hurtigvoksende algearter. Disse omtales ofte som opportunistiske og er ettårige, i motsetning til de store makroalgene som er flerårige. Typiske slike hurtigvoksende algearter er planteplankton og trådformede alger. Blågrønnalgene hører også til blant disse.

Flerårige makroalger som tang og tare er tilpasset kystområder med relativt næringsfattige forhold gjennom sommerhalvåret, hvor de kan ta opp næring når den er tilgjengelig i vinterhalvåret og lagre denne i vevet frem til sommersesongen. Dermed kan de klare seg gjennom en sommersesong med lave konsentrasjoner av næringsalter i vannmassene. Hurtigvoksende alger (ofte epifytter) er avhengig av jevne tilførsler av næringsalter for å utnytte lys og næring i sommersesongen. Dette er bakgrunnen for at friske tang- og taresamfunn regnes for å indikere god tilstand, mens en sterk dominans av epifytter indikerer forhøyede verdier av næringsalter, spesielt i sommersesongen. Store mengder av disse hurtigvoksende algene kan også utkonkurrere de opprinnelige artene med sin mer effektive omsetting av næring til ny vekst (NIVA, 2007).

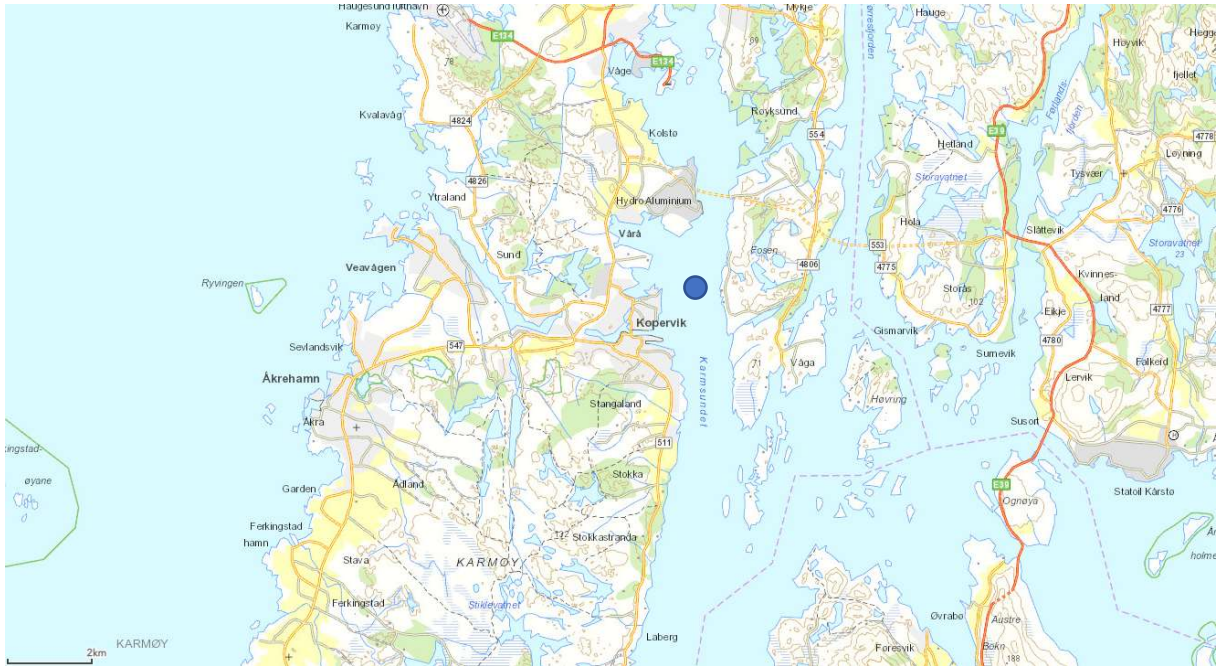
Trådalger blir ofte revet bort av stor vannbevegelse og reduseres der det er mye beite til stede. Framvekst eller fravær av trådalger kan derfor være et resultat av flere samvirkende faktorer der tilgang på næringssalter er en av flere viktige faktorer.

Selv om en algeflora med god økologisk tilstand vil gjenspeile seg i relativt lite ettårige epifyttiske arter er det avhengig av når på året man velger å gjøre sine observasjoner. Ofte vil man kunne finne frisk sukkertarevegetasjon om våren og tidlig om sommeren. Kommer man tilbake tidlig på høsten kan situasjonen være svært endret, sukkertaren (*Saccharina latissima*) kraftig overgrodd og til og med borte i enkelte områder.

2 Metode

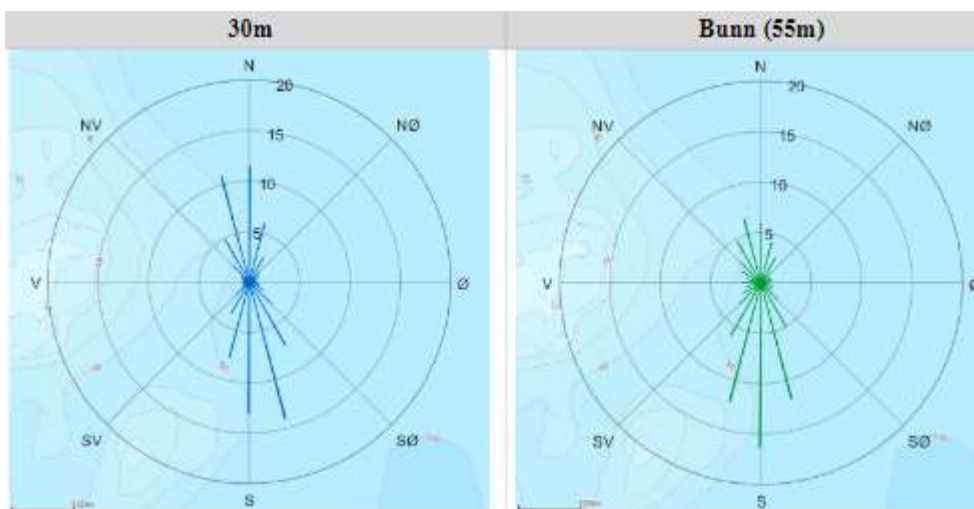
2.1 Områdesbeskrivelse

Utslippspunktet er planlagt plassert i Karmsundet, om lag 550 meter vest for Dragøya, i Karmøy kommune, Rogaland (Figur 2.1). Ved utslippspunktet er dybden om lag 50 meter. Avløpet ligger i vannforekomst *Karmsundet-Kopervik*. Vanntypen er *beskyttet kyst/fjord* og økoregion er *Nordsjøen Sør*. Økologisk tilstand i Karmsundet-Kopervik er *moderat* (Vann-nett, 2021).



Figur 2.1 Geografisk plassering (blå prikk) av det planlagte utslippspunktet (Fiskeridirektoratet, 2021).

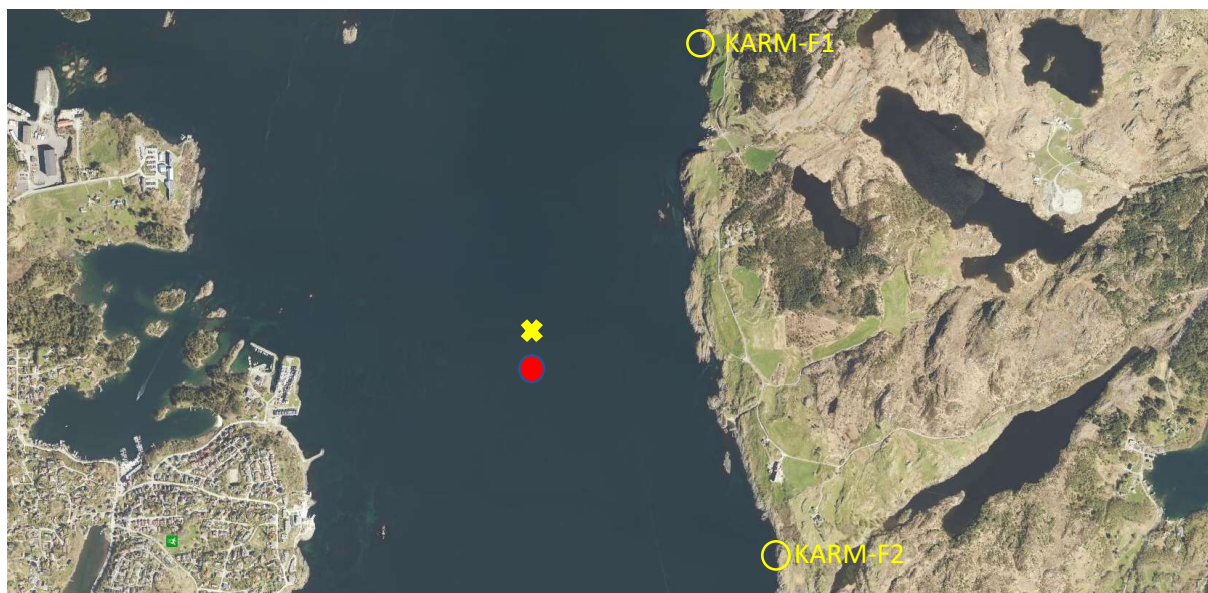
Hovedstrømretningen på 30 og 55 meters dybde var i måleperioden (12.08.2021 – 16.09.2021) mot sør (Figur 2.2). Gjennomsnittlig hastighet av vannstrømmen ved de respektive dyp var henholdsvis 7,8 og 6,4 cm/s i måleperioden. Målerens plassering var midt i Karmsundet (posisjon: 59°17.705N/5°19.591Ø), like sør for det planlagte avløpets plassering (Figur 2.3).



Figur 2.2 Relativ vannfluks på 30 og 55 (bunn) meters dybde ved Karmsundet (Åkerblå AS, 2021).

2.2 Stasjonsplassering

Plasseringen av stasjonene var forhåndsbestemt i gjeldende overvåkingsprogram (Cowi AS, 2021). I felt ble stasjonsplasseringen justert noe på grunn av topografi: KARM-F2 ble flyttet ca. 400 meter mot nord, mens KARM-F1 ble flyttet ca. 100 meter mot nord. Med gjeldende plassering havnet KARM-F1 om lag 1100 meter nordøst for utslippspunktet, mens KARM-F2 havnet om lag 1200 meter sørøst for utslippspunktet.



Figur 2.3 Plassering av KARM-F1 og KARM-F2 (gule sirkler), avløpets plassering (gult kryss) og strømmålerens plassering (rød prikk).

Tabell 2.1 De undersøkte stasjonenes geografiske og økologiske tilhørighet.

Stasjon	Økoregion	Vanntype	Feltdato	Koordinater (start)	Koordinater (slutt)
KARM F1	Nordsjøen Sør	Beskyttet kyst/fjord	26.08.2021	59° 18.262N 5° 20.249Ø	59° 18.268N 5° 20.246Ø
KARM-F2	Nordsjøen Sør	Beskyttet kyst/fjord	26.08.2021	59° 17.332N 5° 20.496Ø	59° 17.327N 5° 20.495Ø

2.3 Fremgangsmåte ved undersøkelse av littoralsonen

På hver stasjon ble det utført en semi-kvantitativ undersøkelse i fjæresonen fra nedre sprøytesone (supralittoralsonen) til øvre sjøsonen (sublittoralsonen) gjennom bruk av fjæreindeks (RSLA) i veilederen 02:2018 (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018). Nedre sprøytesone ble identifisert til den øvre grensen hvor marebekk (*Veruccaria maura*) vokser, mens øvre sjøsonen ble fastsatt til 1 meter under hvor det laveste tidevannet ender.

På hver stasjon ble et område avgrenset for undersøkelsen. Et 10 meter langt transekt ble plassert langs supralittoralsonen, og et transekt ble plassert fra øvre voksegrense til nedre voksegrense i fjæresonen for å utgjøre et belte-transekt (Figur 2.3). Et GPS-punkt ble tatt ved start og slutt av det 10 meter lange transektet for å registrere koordinatene på hver stasjon (Tabell 2.1). Fjærepotensialet innenfor belte-transektet ble registrert ved beskrivelse av fjæra (turbiditet, isskuring og/eller sandsskuring), og dominerende og mindre dominerende fjæretyper som var til stede (Vedlegg 1, tabell

V.1.1). Bredden av de dominerende vegetasjonssoner innenfor transektet ble registrert, og alle makroalger og fastsittende/lite bevegelige dyr ble identifisert til lavest mulig taksonomisk nivå og registrert etter en 6-delt semikvantitativ skala (Vedlegg 1, tabell V.1.2) i henhold til feltskjema i Veileder 02:2018. Individuer som ikke kunne artsbestemmes i felt ble samlet inn og identifisert ved bruk av lupe og mikroskop. Artsliste RSLA 3 ble brukt for identifisering av makroalger for vanntypen beskyttet kyst/fjord (Veileder 02:2018).

Undersøkelsene ble utført innenfor et 2 timers vindu på hver side av tidspunktet for lavvann. Rundt 1 time per stasjon ble brukt for identifisering av flora og fauna. Større makroalger ble flyttet på for å kunne identifisere individer i undervegetasjonen. Andre observasjoner, som søppel og ferskvannsavrenning, ble notert.



Figur 2.3 Eksempel på plassering av transektene (sorte linjer) per stasjon. Området innenfor de to transektene ble undersøkt. Bildet er ikke til skala.

3 Resultater

Tilstanden for fjæresoneindeks klassifiseres etter Veileder 02:2018 (2018). I Vedlegg 1 og 2 presenteres feltdata og artslister for littoralsonen med samtlige funn av makroalger og relevante dyr. Relevant informasjon for beregning av tilstanden er presentert i Vedlegg 4-8.

3.1 Littoralsonen

3.1.1 KARM-F1



Figur 3.1 Oversiktsbilde av stasjon KARM-F1.

I littoralsonen på stasjonen KARM-F1 (Figur 3.1) ble det ikke registrert turbid vann, sandskuring eller isskuring. Det dominerende habitatet var *bratt/vertikalt fjell*, med *ingen* subhabitat (Vedlegg 1). Dette gav et fjærepotensiale på 1,29.

Bredden til de dominerende vegetasjonssonene var, fra øverst til nederst: Spiraltang (0,5 m), krasing (0,5 m), vorteflik (0,5 m) og fingertare (3,0 m).

Det ble registrert 6 arter brunalger, som tilsvarer *god* prosentandel og *god* forekomst i henhold til EQR-verdier. Dekningsgraden av brunalger varierte fra spredt (0-5%) til dominerende (>75-100%). Det ble registrert 7 arter rødalger, som tilsvarer *svært god* prosentandel. Dekningsgraden til rødalger varierte fra spredt (0-5%) til dominerende (>75-100%). Av grønnalger ble det registrert 3 arter, som tilsvarer *svært god* prosentandel og *god* forekomst. Dekningsgraden til grønnalgene varierte fra spredt (0-5%)

til frekvent (5-25%). Det normaliserte artsantallet, forholdet mellom ESG-arter og prosentandel opportunister ble vurdert til henholdsvis *god*, *svært god* og *svært god*.

Det ble også registrert to arter som ikke inngår i RSLA-3: Butare og røddlo.

Av fauna ble det registrert albuesnegl, hesteaktinie, fjærerur, blåskjell, vanlig strandsnegl og vanlig korstroll. Rur og blåskjell ble vurdert til henholdsvis dekningsgrad 6 (>75-100%) og 4 (>25-50%), mens de øvrige artene ble vurdert til dekningsgrad 2 (0-5%).

Totalt viste resultatene ved stasjon KARM-F1 en god tilstand i henhold til den registrerte nEQR-verdien på stasjonen på 0,78 (Tabell 3.1).

Tabell 3.1 Verdier og EQR-verdier ved KARM-F1.

RSLA 3	Verdi	EQR
Fjærepoeng:	11	-
Fjærepotensiale (F):	1,29	-
Artsantall (RSLA):	16	-
Normalisert artsantall:	21	0,61
Andel grønналger (%):	18,8	0,81
Andel rødalger (%):	43,8	0,81
Andel brunalger (%):	37,5	0,75
ESG1/ESG2-forhold:	1,3	0,91
Andel opportunister (%):	12,5	0,90
Sum forekomst grønналger:	22	0,68
Sum forekomst brunalger:	104	0,75
nEQR (middelverdi):		0,78

3.1.2 KARM-F2



Figur 3.2 Oversiktsbilde av stasjon KARM-F2.

I littoralsonen på stasjonen KARM-F2 (Figur 3.2) ble det ikke registrert turbid vann, sandskuring eller isskuring. Det dominerende habitatet var *bratt/vertikalt fjell*, med *ingen* subhabitat (Vedlegg 1). Dette gav et fjærepotensiale på 1,29.

Bredden til de dominerende vegetasjonssonene var, fra øverst til nederst: Spiraltang (0,5 m), vorteflik (0,5 m), krasing (0,5 m), sagtang (0,5 m) og fingertare (3,0 m).

Det ble registrert 5 arter brunalger, som tilsvarer *moderat* prosentandel og *svært god* forekomst i henhold til EQR-verdier. Dekningsgraden av brunalger varierte fra spredt (0-5%) til dominerende (>75-100%). Det ble registrert 9 arter rødalger, som tilsvarer *svært god* prosentandel. Dekningsgraden til rødalger varierte fra spredt (0-5%) til betydelig (>50-75%). Av grønnalger ble det registrert 4 arter, som tilsvarer *svært god* prosentandel og *moderat* forekomst. Dekningsgraden til alle grønnalgene var spredt (0-5%). Det normaliserte artsantallet, forholdet mellom ESG-arter og prosentandel opportunister ble vurdert til henholdsvis *god*, *svært god* og *svært god*.

Av fauna ble det registrert fjærerur, albuesnegl og blåskjell. Dekningsgraden var 5 (>50-75%) for rur, 3 (5-25%) for blåskjell og 2 (0-5%) for albuesnegl og vanlig strandsnegl.

Totalt viste resultatene ved stasjon KARM-F1 en *god* tilstand i henhold til den registrerte nEQR-verdien på stasjonen på 0,74 (Tabell 3.2).

Tabell 3.2 Verdier og EQR-verdier ved KARM-F1.

RSLA 3	Verdi	EQR
Fjærepoeng:	11	-
Fjærepotensiale (F):	1,29	-
Artsantall (RSLA):	18	-
Normalisert artsantall:	23	0,66
Andel grønnalger (%):	22,2	0,71
Andel rødalger (%):	50,0	0,83
Andel brunalger (%):	27,8	0,56
ESG1/ESG2-forhold:	1,3	0,90
Andel opportunister (%):	22,2	0,82
Sum forekomst grønnalger:	30	0,58
Sum forekomst brunalger:	144	0,83
nEQR (middelverdi):		0,74

4 Diskusjon

Resultatene tyder på miljøtilstanden er god både ved KARM-F1 og KARM-F2, da begge stasjonenes nEQR-verdier tilsvarte tilstand *god*. Det ble registrert noe lavere nEQR-verdi ved KARM-F2 (0,74) enn ved KARM-F1 (0,78), og dette skyldes færre arter brunalger og flere arter grønnalger. Likevel var de to stasjonene stort sett like, både med tanke på fjærepotensiale og algesammensetning.

Den videre frekvensen for strandsoneundersøkelser er ikke bestemt i gjeldende overvåkingsplan, men om det skulle bli aktuelt, anbefales det å taksere de etablerte stasjonene slik at eventuelle eutrofieringseffekter fra avløpet kan bli avdekket.

5 Litteratur

Fiskeridirektoratet (2021).

<https://portal.fiskeridir.no/portal/apps/webappviewer/index.html?id=87d862c458774397a8466b148e3dd147>

M-788 (2017). *Nye klassegrenser for ålegress og makroalger i vannforskriften*. Rapport for Miljødirektoratet, 77 s.

NIVA (2007). *Statusrapport nr. 2 fra Sukkertareprosjektet*. Rapportnummer: 978/07. 60 sider.

Rueness, J. (1977). *Norsk Algeflora*. Universitetsforlaget Oslo

Vann-nett (2021). <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/0242040102-C>


Veileder 02:2018 (2018). *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet/Miljøstandardprosjekt.

Åkerblå AS (2021). *Strømrappport – Måling av strøm på 30m og bunndyp (55m) ved Karmsund i august-september 2021*. Rapportnummer: 103347-01-001. 47 sider.


6 Vedlegg

6.1 Vedlegg 1 – Feltlogg

Figur V.1.1 Ferdigutfylt feltskjema for KARM-F1.

Feltskjema - fjæresone - Stasjonsskjema				
Prosjektnummer:	103469	Lokalitet:	Karmsundet	
Stasjonsnavn og stasjonsnummer	KARM F-1	Feltdato:	26.08.2021	dd:mm:yy
Vanntype:	Beskyttet kyst/fjord	Tid:	07:30	hh:mm
Koordinat type: (EU89, WGS84 etc)	WGS84	Vannstand over lavvann:	41	0,0 m
Startkoordinat:	59°18.262N / 5°20.249Ø	Tid for lavvann:	07:37	hh:mm
Stoppkoordinat:	59°18.268N / 5°20.246Ø	Observatør:	Dag Slettebø	
Beskrivelse av fjæra - Fjærepotensial				
Turbid vann? (ikke antropogent)	Ja = 0, Nei = 2	Svar:	2	
Sandskuring?	Ja = 0, Nei = 2	Svar:	2	
Isskuring?	Ja = 0, Nei = 2	Svar:	2	Poeng: 6
Dominerende fjæretype (Habitat, maks 2)				
Små kløfter/sterkt oppsprukket fjell/	Ja = 4	Svar:		
Oppsprukket fjell	Ja = 3	Svar:		
Små, middels og store kampestein	Ja = 3	Svar:		
Bratt/vertikalt fjell	Ja = 2	Svar:	2	
Uspesifisert hard substrat / Glatt fjell	Ja = 2	Svar:		
Små og store steiner	Ja = 1	Svar:		
Shingle/grus	Ja = 0	Svar:		Poeng: 2
Andre fjæretype (Subhabitat, maks 2)				
Brede grunne fjærepytter (Rockpools: >3 m bred og <50 cm)	Ja = 4	Svar:		
Store fjærepytter (>6 m long)	Ja = 4	Svar:		
Dype fjærepytter (50 %>100 cm)	Ja = 4	Svar:		
Mindre fjærepytter	Ja = 3	Svar:		
Store huler	Ja = 3	Svar:		
Større overheng og vertikal fjell	Ja = 2	Svar:		
Andre habitat typer (spesifiser)	Ja = 2	Svar:		
Ingen	Ja = 0	Svar:	0	Poeng: 0
Merknader		Justering for norske forhold:		3
		Sum poeng:		11
		FJÆREPOTENSIALE		1,29
		Signatur:		

Figur V.1.2 Ferdigutfylt feltskjema for KARM-F2

Feltskjema - fjæresone - Stasjonsskjema				
Prosjektnummer:	103469	Lokalitet:	Karmsundet	
Stasjonsnavn og stasjonsnummer	KARM F-2	Feltdato:	26.08.2021	dd:mm:yy
Vanntype:	Beskyttet kyst/fjord	Tid:	06:30	hh:mm
Koordinat type: (EU89, WGS84 etc)	WGS84	Vannstand over lavvann:	41	0,0 m
Startkoordinat:	59°17.332N / 5°20.496Ø	Tid for lavvann:	07:37	hh:mm
Stoppkoordinat:	59°17.327N / 5°20.495Ø	Observatør:	Dag Slettebø	
Beskrivelse av fjæra - Fjærepotensial				
Turbid vann? (ikke antropogent)	Ja = 0, Nei = 2	Svar:	2	
Sandskuring?	Ja = 0, Nei = 2	Svar:	2	
Isskuring?	Ja = 0, Nei = 2	Svar:	2	Poeng: 6
Dominerende fjæretype (Habitat, maks 2)				
Små kløfter/sterkt oppsprukket fjell/	Ja = 4	Svar:		
Oppsprukket fjell	Ja = 3	Svar:		
Små, middels og store kampestein	Ja = 3	Svar:		
Bratt/vertikalt fjell	Ja = 2	Svar:	2	
Uspesifisert hard substrat / Glatt fjell	Ja = 2	Svar:		
Små og store steiner	Ja = 1	Svar:		
Shingle/grus	Ja = 0	Svar:		Poeng: 2
Andre fjæretype (Subhabitat, maks 2)				
Brede grunne fjærepytter (Rockpools: >3 m bred og <50 cm)	Ja = 4	Svar:		
Store fjærepytter (>6 m long)	Ja = 4	Svar:		
Dype fjærepytter (50 %>100 cm)	Ja = 4	Svar:		
Mindre fjærepytter	Ja = 3	Svar:		
Store huler	Ja = 3	Svar:		
Større overheng og vertikal fjell	Ja = 2	Svar:		
Andre habitat typer (spesifiser)	Ja = 2	Svar:		
Ingen	Ja = 0	Svar:	0	Poeng: 0
Merknader		Justering for norske forhold:		3
		Sum poeng:		11
		FJÆREPOTENSIALE		1,29
		Signatur:		

6.2 Vedlegg 2 – Artsliste

Figur V.2.1 Artsliste for KARM-F1.

Artsregistrerings skjema					
Stasjonsnavn og stasjonsnummer:	KARM F-1			Dato:	26.8 2021
Forekomst (dekningsgrad i %)	Bredde av dominerende vegetasjonssoner				
Semikvantitativ skala	Arter				Meter
1 - enkeltfunn	Spiraltang				0,5
2 - spredt (0 - 5 %)	Krasing				0,5
3 - frekvent (5 - 25 %)	Vorteflik				0,5
4 - vanlig (>25 - 50 %)	Fingertare				3
5 - betydelig (>50 - 75 %)					
6 - dominerende (>75 - 100 %)					
Artsnavn/Slektsnavn	Norsk navn	Algegruppe	Opportunister	FSG-klasse	Forekomst (1-6)
<i>Acrosiphonia</i> spp./ <i>Spongomorpha</i> spp.	Grønneddott	G		2	2
<i>Ulva lactuca</i>	Havsalat	G	1	2	2
<i>Ulva</i> spp. (tidl. <i>Enteromorpha</i> spp.)		G	1	2	3
<i>Chorda filum</i>	Martaum	B		1	2
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Strandtagl	B		2	2
<i>Fucus serratus</i>	Sagtang	B		1	2
<i>Fucus spiralis</i>	Spiraltang	B		1	6
<i>Laminaria digitata</i>	Fingertare	B		1	5
<i>Leathesia marina</i> (tidl. <i>Leathesia difformis</i>)	Knuldre	B		1	2
<i>Calcareous encrusters</i>	Skorpeformete kalkalger	R		1	5
<i>Ceramium virgatum</i> (<i>Ceramium odulosum</i>)	Vanlig rekeklo	R		2	4
<i>Corallina officinalis</i>	Krasing	R		1	6
<i>Mastocarpus stellatus</i>	Vorteflik	R		1	5
<i>Membranoptera alata</i>	Smalving	R		2	2
<i>Palmaria palmata</i>	Søl	R		1	4
<i>Polysiphonia</i> / <i>Polyostea</i> / <i>Vertebrata</i> spp.	Dokke	R		2	2
Ikke RSLA					2
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	Rødlo				2
<i>Alaria esculenta</i>	Butare				2
Fauna					2
<i>Patella vulgata</i>	Albuesnegl				2
<i>Actinia equina</i>	Hesteaktinie				2
<i>Semibalanus balanoides</i>	Fjærerur				6
<i>Mytilus edulis</i>	Blåskjell				4
<i>Littorina littorea</i>	Vanlig strandsnegl				2
<i>Asterias rubens</i>	Vanlig korstroll				2

Figur V.2.2 Artsliste for KARM-F2

Artsregistreringsskjema						
Stasjonsnavn og stasjonsnummer:		KARM F-2,			Dato:	26.8 2021
Forekomst (dekningsgrad i %)		Bredden av dominerende vegetasjonssoner				
Semikvantitativ skala		Arter			Meter	
1 - enkeltfunn		Spiraltang			0,5	
2 - spredt (0 - 5 %)		Vorteflik			0,5	
3 - frekvent (5 - 25 %)		Krasing			0,5	
4 - vanlig (>25 - 50 %)		Sagtang			0,5	
5 - betydelig (>50 - 75 %)		Fingertare			3	
6 - dominerende (>75 - 100 %)						
Artsnavn/Slektsnavn	Norsk navn	Algegruppe	Onportunister	ESG-klasse	Forekomst (1-6)	
<i>Chaetomorpha/Rhizoclonium</i> spp.		G	1	2	2	
<i>Cladophora rupestris</i>	Vanlig grønndusk	G		2	2	
<i>Ulva lactuca</i>	Havsalat	G	1	2	2	
<i>Ulva</i> spp. (tidl. <i>Enteromorpha</i> spp.)		G	1	2	2	
<i>Chorda filum</i>	Martaum	B		1	2	
<i>Ectocarpus</i> spp.		B	1	2	2	
<i>Fucus serratus</i>	Sagtang	B		1	5	
<i>Fucus spiralis</i>	Spiraltang	B		1	6	
<i>Laminaria digitata</i>	Fingertare	B		1	6	
<i>Calcareous encrusters</i>	Skorpeformete kalkalger	R		1	4	
<i>Ceramium virgatum</i> (<i>Ceramium odulosum</i>)	Vanlig rekeklo	R		2	3	
<i>Chondrus crispus</i>	Krusflik	R		1	2	
<i>Corallina officinalis</i>	Krasing	R		1	5	
<i>Mastocarpus stellatus</i>	Vorteflik	R		1	4	
<i>Membranoptera alata</i>	Smalving	R		2	2	
<i>Nemalion helminthoides</i>	Rødsleipe	R		1	3	
<i>Palmaria palmata</i>	Søl	R		1	4	
<i>Polysiphonia/Polyostea/Vertebrata</i> spp.	Dokke	R		2	2	
Fauna						
<i>Semibalanus balanoides</i>	Fjærerur				5	
<i>Patella vulgata</i>	Albuensnegl				2	
<i>Mytilus edulis</i>	Blåskjell				3	
<i>Littorina littorea</i>	Vanlig strandsnegl				2	

6.3 Vedlegg 4 - Fjærepotensiale

Tabell V.2.1 Forhold mellom poengberegning av fjæra og tilhørende faktor for normalisering av artsantall

Fjærebeskrivelse	Predikert artsrikhet	F=Fjærepotensiale Faktor for normalisering av artsrikhet
5	22,66	1,72
6	23,62	1,65
7	24,7	1,58
8	25,89	1,51
9	27,22	1,44
10	28,7	1,36
11	30,36	1,29
12	32,2	1,21
13	34,25	1,14
14	36,53	1,07
15	39,08	1
16	41,91	0,93
17	45,07	0,87
18	48,58	0,8
19	52,5	0,74
20	56,87	0,69

Tabell V.2.2 Semi-kvantitativ vurdering av dekningsgrad/forekomst.

% dekning	Skala for kartlegging	Skala for indeksberegning	Omregning i RSLA
Enkeltpunn	1	1	2,7183
0-5	2	2	7,3891
5-25	3		
25-50	4	3	20,086
50-75	5		
75-100	6	4	54,598

6.4 Vedlegg 5 – Beregning av EQR/nEQR for fjæreindeks (RSLA)

For parameterene normalisert artsantall, prosentandel rødalger og brunalger, sum forekomst brunalger og ESG1/ESG2 forhold ble følgende formel benyttet for beregning av EQR:

$$EQR = \left\{ \left[\frac{\text{Verdi} - \text{Nedre klassegrense}}{\text{Klassebredde}} \right] \times \text{EQR klassebredde} \right\} + \text{Nedre EQR klassegrense}$$

For parameterene prosentandel grønnalger, sum forekomst grønnalger og prosentandel opportunister ble følgende formel benyttet for beregning av EQR:

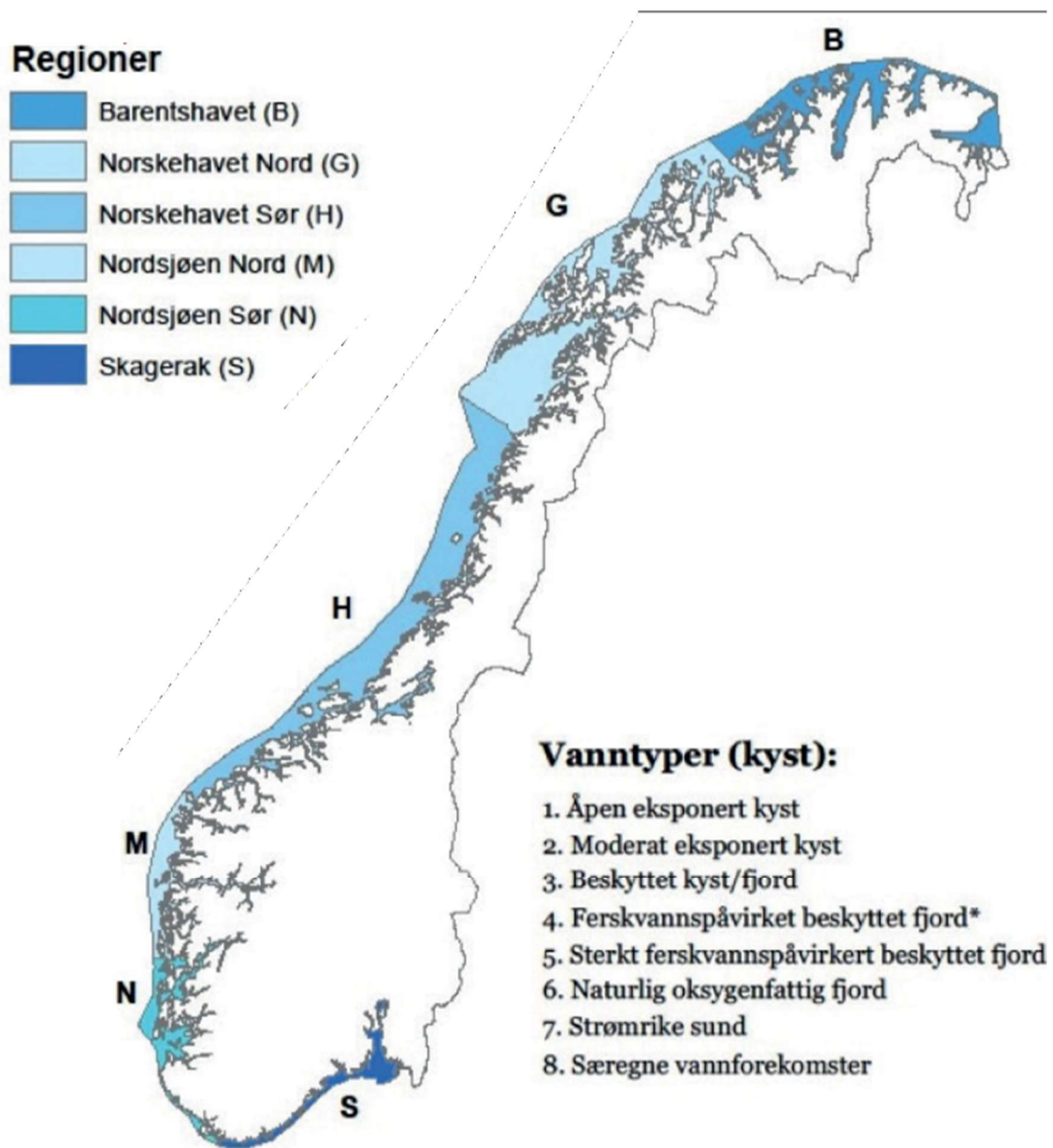
$$EQR = \text{Øvre EQR klassegrense} - \left\{ \left[\frac{\text{Verdi} - \text{Øvre klassegrense}}{\text{Klassebredde}} \right] \times \text{EQR klassebredde} \right\}$$

Deretter ble den normaliserte EQR-verdi (nEQR) beregnet som en middelvei av del-parameterenes EQR-verdi (tabell V.3.1).

Tabell V.3.1. Tilstand for EQR/nEQR for fjæreindeks (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018).

EQR/nEQR verdi	Tilstand
1,00-0,80	Svært god
0,80-0,60	God
0,60-0,40	Moderat
0,40-0,20	Dårlig
0,20-0,00	Svært dårlig

6.5 Vedlegg 8 – Økoregioner og vanntyper

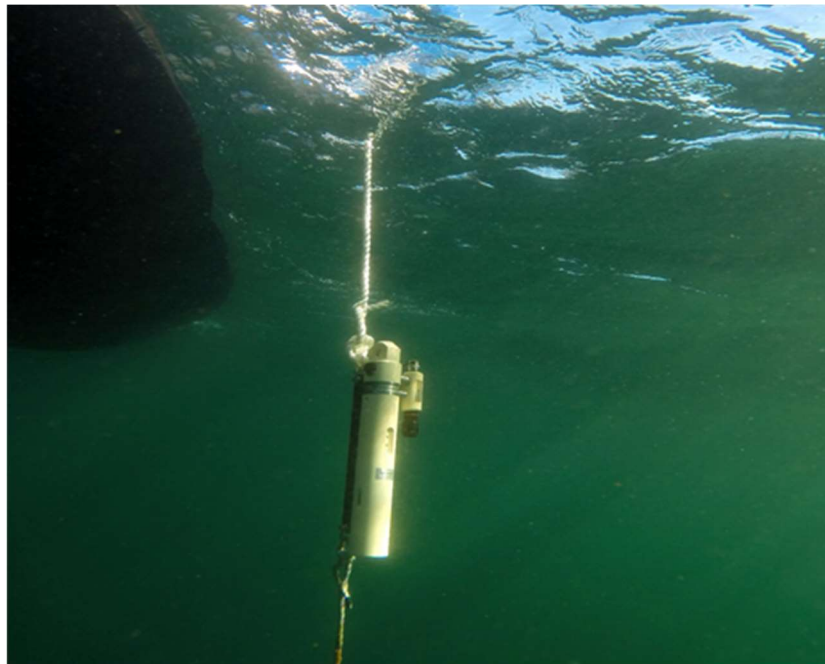


Figur V.4.1 Økoregioner og vanntyper langs kysten av Norge.

Resipientundersøkelse i Karmsundet
Karmøy kommune 2021-2022

Rapport nummer 104791-01-002 (Hovedrapport)

**Delrapport 3 - Vannkvalitet og
hydrografi**



Åkerblå AS, 2022

Forfatter: Annika Liungman
Stig Johar Øverland
Hedda Østgaard

Godkjent av: Odd Helge Tunheim

Bakgrunn og formål

Åkerblå AS har av Karmøy kommune fått i oppdrag å gjennomføre overvåking av sjøresipient i Karmsundet 2021/22 etter vedtatt overvåkingsprogram (Cowi, 2021). Karmøy kommune skal endre kommunale utslipp av avløpsvann fra flere små utslipp til et samlet utslipp som legges lenger ut i sundet, på 50 meters dyp. Resipientundersøkelsen skal gi et grunnlag til å søke om fritak for sekundærrensing for utslipp for 17 500 pe hvis vannforekomsten kan klassifiseres til mindre følsom etter kapittel 14 i forurensingsforskriften. Resipientens økologiske og kjemiske tilstand skal dokumenteres og vurderes. Denne delrapport presenterer hydrografiske og vannkvalitative undersøkelser som en del i den miljøovervåkingen. Rapporten beskriver metode for gjennomføring av prøvetaking, resultater av analyser samt en klassifisering av vannkjemisk tilstand.

Som en del i å klassifisere tilstand, utføres hydrografiske målinger (temperatur, oksygen, siktedyp) og vannkvalitative målinger av næringssalter (fosfor, fosfat, nitrogen og ammonium) samt BOF_5 og pH (Tabell 1). Stasjonene er plassert i to forskjellige vannforekomster i henhold til vanddirektivets inndeling (Figur 1 og Tabell 2), men vil vurderes å høre til samme resipient i denne undersøkelsen. Den innsamlede data ble benyttet til klassifisering av tilstanden og kan senere benyttes til å vurdere endringer av resipientens kapasitet.

De fysisk-kjemiske kvalitetselementene er viktige støtteparametere for tolking av de biologiske dataene som at for eksempel lave oksygenivåer i bunnvannet vil påvirke levetilstand for bunnfaunaen og dermed påvirke artssammensetningen. Konsentrasjonen av ulike næringsstoffer i vannsøylen har naturlige variasjoner innenfor og mellom ulike år. Målinger utført i vinterhalvåret vil fange opp potensielle overkonsentrasjoner av næringsstoffer, mens målinger i sommerhalvåret kan fange opp effekter og tilførsler som er knyttet til avrenning eller utslipp.

Utslipet av avløpsvann vil plasseres i vannforekomsten «Karmsundet-Kopervik» (0242040102-C), som hører til Nordsjøen-Sør og er betegnet som beskyttet kyst/fjord (Figur 1). Karmsundet er omkring 30 km langt og ved utslippspunktet er det omkring 1,4 km bredt. Dybden i sundet varierer mellom grunne områder i nord hvor det bare er 10-15 meter og dypere områder, særlig mot sør, hvor dypet raskt øker til over 200 meter. Vannforekomstens nåværende klassifisering er moderat økologisk tilstand, mens den kjemiske tilstanden er dårlig. Referansestasjon er plassert i «Karmsundet- Snorteland» (0242040101-1-C), som også hører til Nordsjøen-Sør, men er betegnet som moderat eksponert kyst og er klassifisert til god tilstand.

Det er gjort flere undersøkelser som er knyttet opp mot industri i området og hvor kjemisk og økologisk status er klassifisert i samme vannforekomst. Avstanden fra den nordligste stasjonen i denne undersøkelsen er over 4 km, og resultatene sammenlignes derfor bare på generelle grunnlag.

Sammendrag

De vannkjemiske målingene viser svært god tilstand for analyserte støtteparametere. Gjennomsnittlige vinterverdier tyder på at det ikke foreligger overkonsentrasjoner av næringsstoffer i området. Målinger av BOF_5 viser at nivåene for mikrobiell aktivitet var lave gjennom hele måleperioden, som indikerer lavt innhold av suspendert stoff og god vanngjennomstrømning. Dette tyder også på at det liten påvirkning fra diffuse tilførsel av næringsstoffer og organisk materiale i nærheten av de undersøkte stasjonene.

De hydrografiske målingene viser svært god tilstand for oksygen i bunnvannet, god tilstand for siktedyp og normale nivåer for pH i området. Undersøkelser av strøm viser at strømmen er tidevannsdominert og det kan også ses i CTD-profilene, med ganske raske forandringer i homogeniserte lag i vannsøylen når nye vannmasser føres inn i sundet.

Innhold

BAKGRUNN OG FORMÅL	2
SAMMENDRAG	3
1 MATERIALE OG METODER	5
Hydrografi	6
Vannkvalitet	6
2 RESULTATER	7
Hydrografi	7
2.1.1 Oksygen	8
2.1.2 pH	8
2.1.3 Siktedyp	9
Vannkvalitet	9
2.1.4 Næringsstoffer	9
3 DISKUSJON	10
Hydrografiske dybdeprofiler	10
Oksygen	10
Siktedyp	10
Vannkvalitet	11
pH	11
4 LITTERATUR	12
5 VEDLEGG	13
Vedlegg 1. Grenseverdier for klassifisering	13
Vedlegg 2. Hydrografiske profiler	14
Vedlegg 3. Næringsstoffer - Månedsverdier	21

1 Materiale og metoder

I perioden juni 2021 til mars 2022 ble det utført vannprøvetaking og CTD-målinger i sjøresipienten til Karmøy kommune. Næringsstoffer, BOF₅, siktedyp og hydrografiske data (CTDO) er målt på tre stasjoner. Kvalitetsэлемент, prøvested, stasjonsnavn og prøvetidspunkt ses i Tabell 1. Prøvestasjonenes plassering og planlagt utslippspunkt vises som sirkler i kart (Figur 1) og koordinater er presentert i Tabell 2.

Tabell 1. Kvalitetsэлемент, undersøkelsessted og prøvetidspunkt for stasjoner inngående i undersøkelsen 2020/21.

Kvalitetsэлемент	Prøvested	Prøvetidspunkt
Vannkvalitet	KARM-VANN-1 (Skjelvika)	jun 2021- sep 2021 og nov 2021- mars 2022
- CTD måling og pH	KARM-VANN-2 (Kopervik)	
	KARM-VANN-Ref (Nordstokke)	
Vannkvalitet	KARM-VANN-1 (Skjelvika)	jun 2021- sep 2021 og nov 2021- mars 2022
- Næringssalter og BOF ₅	KARM-VANN-2 (Kopervik)	
	KARM-VANN-Ref (Nordstokke)	

Tabell 2. Stasjonsplassering. Koordinater angitt i WGS 84.

Stasjonsnavn	Prøvested	Koordinater		Vannforekomst
KARM-VANN-1	Skjelvika	59° 17.767 N	005° 19.588 Ø	Karmsundet-Kopervik
KARM-VANN-2	Kopervik	59° 18.615 N	005° 19.883 Ø	Karmsundet-Kopervik
KARM-VANN-Ref	Nordstokke	59° 15.901 N	005° 20.714 Ø	Karmsundet-Snorteland



Figur 1. Stasjonsplassering for vannkjemisk undersøkelse i sjøresipienten til Karmsund 2021/22. Planlagt utslippspunkt for nytt avløpsanlegg er markert med rød sirkel. Kartet er orientert mot nord (Norgeskart.no, 2022).

Hydrografi

Hydrografiske målinger ble gjennomført månedlig på tre stasjoner, hvorav en ca. 100 meter fra (KARM-VANN-1) og en ca. 1,7 km nord for nytt utslippspunkt (KARM-VANN-2), samt et referansepunkt ca. 3,5 km sør for nytt utslipp (KARM-VANN-Ref). Det ble utført seks målinger per stasjon i sommerperioden (jun 2021 - sep 2021) og seks målinger per stasjon i vinterperioden (nov 2021 - mars 2022). Til målingene ble det benyttet et CTDO-instrument av typen SD208 (SAIV AS). Siktedyp ble målt med en hvit Secchi-skive med en diameter på 20 cm uten vannkikkert. Sikteskiven ble senket ned på skyggesiden av båten ned til dypet den forsvant av syne og deretter ble den hevet til den ble synlig. Siktedypen ble registrert som gjennomsnittet av de to registrerte lengdene.

Målinger for hydrografi ble gjennomført ved at CTD-sonden med et påmontert lodd ble firt til loddet traff bunnen og deretter hevet til overflaten. Sonden gjorde én registrering hvert 2. sekund og målte salinitet, temperatur og oksygeninnhold. Data fra senkning av sonden ble benyttet (intern prosedyre). Uthenting av data og behandling av disse ble gjort med programvaren Minisoft SD200w og Microsoft Excel (2007/2010/2013). Resultatene er presentert i Vedlegg 2 som hydrografiske profiler (V2.1).

Vannkvalitet

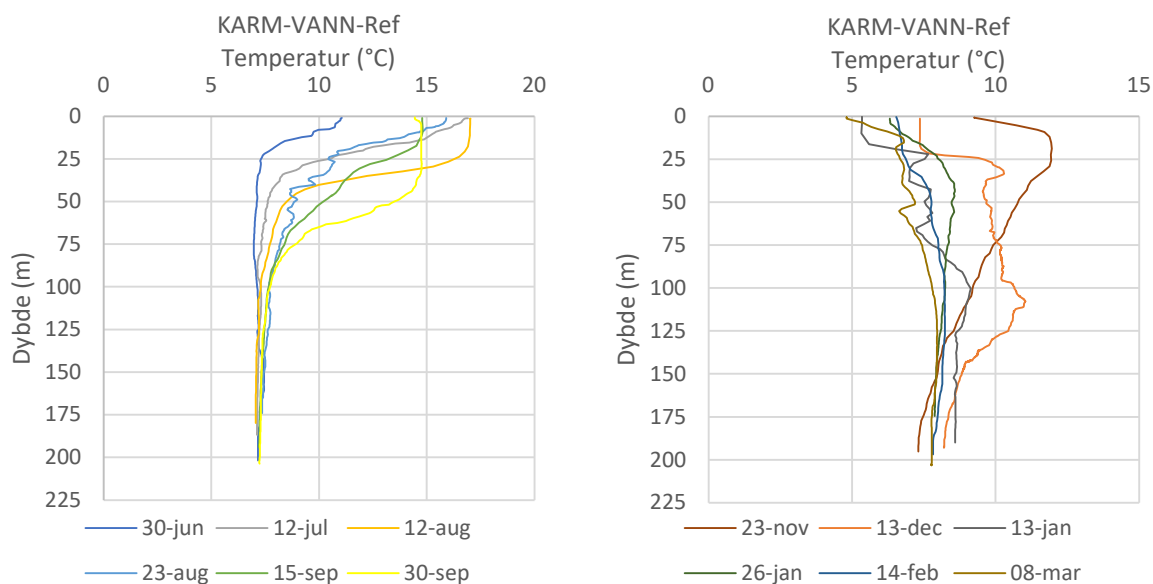
Prøvetaking for analyse av næringsstoff (sommer- og vinterkonsentrasjoner) ble gjennomført i henhold til OSPAR 1997:2 (JAMP guidelines) og ISO 5667-9:1992. Vann ble hentet opp med en Niskin vannhenter, fra 0, 5 og 10 meters dyp. Prøven ble fryst før de ble sent til akkreditert laboratoriet og analysert for total fosfor (Tot-P), fosfat (PO₄-P), totalt nitrogen (Tot-N), ammonium (NH₄-N) og pH. Vannprøve for BOF₅ ble også tatt månedlig og sent samme dag for analyse. Samtlige analyser ble utført etter akkreditert metode ved Eurofins Environment testing i Moss. pH ble målt i vannprøve i felt på tre forskjellige dybder (0, 5 og 10 meter) med pH-målere (YSI Professional Plus fra Xylem) ved samme tidspunkter som det ble gjort øvrige vannkjemiske målinger.

Det er vanlig med betydelig variasjon i de kjemiske parameterne mellom år og den naturlige variasjonen er stor. For å få en klassifisering som på best mulig måte beskriver den riktige tilstanden skal det etter Veileder 02:2018, benyttes data fra minimum tre sammenhengende år. Ettersom grunnlaget i denne undersøkelsen baseres på data fra et år, skal klassifiseringene presentert anses som indikerende og ikke som den faktiske tilstanden. Ved samtlige prøvetakingsrunder var saltholdigheten over 18 PSU og klassifiseringene tar utgangspunkt i grenseverdier fra Veileder 02:2018 presentert i tabell V1.1 i Vedlegg 1.

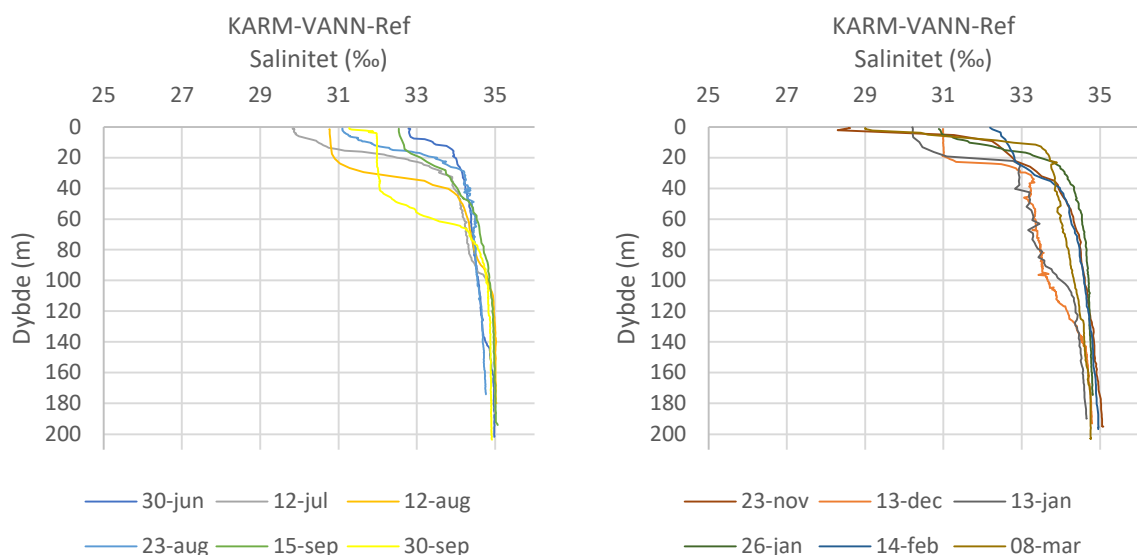
2 Resultater

Hydrografi

Resultat fra hydrografimålingene presenteres her ved eksempelfigurer fra referansestasjonen da profilene ligner hverandre, øvrige grafer presenteres i Vedlegg 2. Sommerstid kan det ses en lagdeling i vannsøylen, med varierende sjiktdyp. I slutten av september går øverste vannlag dypere (ca. 50 meter) og saliniteten for dette lag blir annerledes i forhold til resultat fra de to målingene før det (Figur 3).



Figur 2. Eksempel fra temperaturmålinger utført fra juni - september 2021 og fra november 2021 - mars 2022 ved referansestasjon i Karmøy kommune. Målinger fra øvrige stasjoner viste omtrent samme profiler og kan ses i Vedlegg 2.



Figur 3. Eksempel fra salinitetsmålinger (‰) utført fra juni - september 2021 og fra november 2021 - mars 2022 ved referansestasjon i Karmøy kommune. Målinger fra øvrige stasjoner viste omtrent samme profiler og kan ses i Vedlegg 2.

2.1.1 Oksygen

Alle målte verdier av oksygen viste gode forhold både for oksygenmengde (ml/l) og oksygenmetning (%), i bunnvannet ved samtlige undersøkte stasjoner også under perioden da det forventes lavest oksygenmengder og oksygenmetning gir verdiene fortsatt svært god tilstand (Tabell 3; Vedlegg 2).

Tabell 3. Oksygenverdier fra bunnvann angitt i ml/l. Klassifisering etter Veileder 02:2018. Tilstand er markert med fargekode; Blå (svært god), grønn (god), gul (moderat), oransje (dårlig) og rød (svært dårlig). Resultatene for oksygenmengde er registrert i mg/l og er derfor omregnet til ml/l med en faktor på 1,42 etter Veileder 02:2018.

Stasjon	Parametere	2021			2022
		September	November	Desember	Januar
		15	30	23	13
KARM-VANN-1	Oksygen (ml O ₂ /l)	5,6	5,1	4,8	5,9
	Oksygen metning (%)	86	80	75	90
KARM-VANN-2	Oksygen (ml O ₂ /l)	5,4	5,2	4,8	5,9
	Oksygen metning (%)	83	79	75	89
KARM-VANN-Ref	Oksygen (ml O ₂ /l)	5,7	5,6	5,6	5,5
	Oksygen metning (%)	85	84	83	85

2.1.2 pH

Resultatene for pH viser en gjennomsnittlig verdi i sommerperioden på 8,1 for de undersøkte stasjonene. Det er noe variasjon med litt lavere pH (8,05) i prøvepunktet nærmest planlagt utslipp. I vinterperioden er gjennomsnittlig verdi for pH 8,0 og variasjonen mellom stasjonene er mindre (Tabell 4).

Tabell 4. Gjennomsnittlige verdier fra tre dybder (0, 5 og 10 meter) ved målinger av pH i sommer- og vinterperiode.

Stasjon	Gjennomsnitt (pH)	
	Sommer	Vinter
KARM-VANN-1	8,05	8,02
KARM-VANN-2	8,10	8,03
KARM-VANN-Ref	8,09	8,01

2.1.3 Siktedyp

Målinger av siktedyp ble utført i sommerperioden juni til september, men etter veileder 02:2018 klassifiseres det fra verdier målt i juni til august (Tabell 5). Resultatene viser i hovedsak svært god eller god tilstand med unntak av juni da tilstanden var moderat ved to stasjoner. Gjennomsnittlige verdier for siktedyp over perioden hvor klassifisering gjøres gir god eller svært god tilstand. Grenseverdien for god tilstand er siktedyp 6 meter og over (Vedlegg 1).

Tabell 5. Siktedyp målt uten vannkikkert angitt i meter. Klassifisering etter modifisert utgave av SFTs Veileder (97:03) presentert i Veileder 02:2018. Tilstand er markert med fargekode; Blå (tilstand 1 - svært god), grønn (tilstand 2 - god), gul (tilstand 3 - moderat), orange (tilstand 4 - dårlig) og rød (tilstand 5 - svært dårlig). Klassifisering av tilstand etter Veileder 02:2018 gjelder for juni til august.

Stasjon	Juni	Juli	August		September		Gjennomsnitt (juni-august)
	30	12	12	23	15	30	
KARM-VANN-1	5	8	6,5	8	10	8	6,9
KARM-VANN-2	5	8	7	8	9	8,5	7,0
KARM-VANN-Ref	7	9	8	8,5	10	8,5	8,1

Vannkvalitet

2.1.4 Næringsstoffer

Nivåene av de forskjellige fosfor- og nitrogenstoffene gir god eller svært god tilstand ved de undersøkte stasjonene gjennom sommer- og vintersesongen, foruten om en verdi på 10 meters dybde for totalfosfor. Gjennomsnittlige verdier for sommer (juni-august) og vinter (desember-februar) gir svært god tilstand (Tabell 6 og Tabell 7). For BOF₅ er det ikke utarbeidet klassegrenser for klassifisering av tilstand. Alle verdier var lavere enn deteksjonsgrensen (3 mg/l) ved samtlige målinger ved alle stasjoner. Analyseresultater fra inneværende undersøkelse er presentert i Vedlegg 3 og analysebeviser er presentert i vedleggsrapport (Åkerblå AS, 2022).

Tabell 6. Klassifisering av miljøtilstand for fysiske og kjemiske parametere basert på gjennomsnitt for sommerperioden (juni-august, 2021) samt verdier for BOF₅. Tilstand er markert med fargekode; Blå (tilstand 1 - svært god), grønn (tilstand 2 - god), gul (tilstand 3 - moderat), oransje (tilstand 4 - dårlig) og rød (tilstand 5 - svært dårlig). Klassifisering av tilstand etter Veileder 02:2018.

Sommerverdier (juni-august)	Tot P µg/L	Fosfat µg/L	Tot N µg/L	Nitrat µg/L	Ammonium µg/L	BOF ₅ mg/l
KARM-VANN-1	11,1	2,4	145	1,8	8,8	<3
KARM-VANN-2	10,8	2,1	146	2,6	12,1	<3
KARM-VANN-Ref	7,7	1,8	137	1,8	6,9	<3

Tabell 7. Klassifisering av miljøtilstand for fysiske og kjemiske parametere basert på gjennomsnitt for vinterperioden (desember-februar, 2021/22) samt verdier for BOF₅. Tilstand er markert med fargekode; Blå (tilstand 1 - svært god), grønn (tilstand 2 - god), gul (tilstand 3 - moderat), oransje (tilstand 4 - dårlig) og rød (tilstand 5 - svært dårlig). Klassifisering av tilstand etter Veileder 02:2018.

Vinterverdier (desember-februar)	Tot P µg/L	Fosfat µg/L	Tot N µg/L	Nitrat µg/L	Ammonium µg/L	Siktedyp m	BOF ₅ mg/l
KARM-VANN-1	14,6	10,1	201	46,4	4,0	11,1	<3
KARM-VANN-2	14,7	10,2	204	45,9	4,3	10,1	<3
KARM-VANN-Ref	17,5	12,5	215	44,5	4,5	10,1	<3

3 Diskusjon

Hydrografiske dybdeprofiler

Stasjonene for hydrografiske målinger ligger i et basseng med naturlig god vannutskifting, som også de hydrografiske målingene tyder på. Den første målingen ble utført i juni 2021 og siste i mars 2022, med et opphold i målingene i oktober. Sjikting i vannsøylen varierer med blant annet temperatur, nedbør, tidevann og strømmer og har dermed også store variasjoner mellom år beroende på værdata fra perioden. Målingene fra gjeldende undersøkelse viser normale forhold i vannsøylen, med lagdeling av vannet i sommermånedene. I september ser det ut til at det har kommet inn en vannmasse med ferskere og varmere vann som blandet seg i et lag ned til ca. 50 meter. Fordi det er et tidevannsdominert område, er det ikke uvanlig å se slike blandede vannsøyler.

Oksygen

Målinger av oksygen viser svært god tilstand på alle stasjoner. Grensen mellom god og svært god tilstand er 4,5 ml/l og mellom moderat og god er grensen 3,5 ml/l. I hovedsak er oksygentilgang relatert til vannutskifting samt tilførsel av organisk materiale fra primærproduksjon, avløp og fra avrenning fra land. Ved nedbrytning av organisk materiale som akkumuleres ved bunn forbrukes oksygen. Resultat fra årets undersøkelse viser at det ved målingene har vært god nok vannutskifting og lav nok tilførsel av organisk materiale til å beholde god oksygentilgang i hele vannsøylen. Ettersom CTD-profiler ikke ble utført i oktober er det noe usikkert om oksygenminimum er registrert for området, men med tanke på at det er 1,3 ml/l fra grensen til moderat, er det lite sannsynlig at den faktiske verdien ville ligge innenfor moderat eller dårligere tilstand når det i tillegg er god vannutskifting i området (Åkerblå AS, 2021; COWI, 2021). Resultatene fra målinger høsten i 2021 viser at laveste oksygennivå var 6,8 mg/l (svært god tilstand) for begge stasjonene i indre delen av Karmsundet i november (KARM-VANN-1 og 2) og i referansestasjon (KARM-VANN-Ref) var laveste oksygennivå 7,4 mg/l (svært god tilstand). Dette tyder på at resipientens evne til å håndtere nåværende mengder av tilført næringsstoffer og organisk materiale er like god som i referansen. Tidligere undersøkelser i samme vannforekomst, men lenger nord i Karmsund har også vist svært god tilstand for oksygenivåer (NIVA, 2016).

Siktedyp

Gjennomsnitt for resultatene i sommerperioden viste god eller svært god tilstand for stasjonene i Karmsundet. Siktedyp gir informasjon om mengden partikler i vannet som i sin tur påvirker lysets muligheter å trenge ned i vannsøylen. Det er flere faktorer som kan påvirke siktedyp, men i hovedtrekk er det mengden plankton og partikler fra avrenning fra land som påvirker resultatet når man måler siktedyp. Foreliggende undersøkelse viser at siktedypet var lavere i juni enn ved resterende målinger i perioden. Dette kan være et resultat av økt produksjon av planteplankton. Nedbørmengden i juni var ca. 60 % i forhold til normalen i perioden 1991-2020 (Norsk klimaservicesenter, dato 22.06.03) og det er derfor grunn til å tro at siktedypet var mindre påvirket av avrenning fra land. Nedbørmengden i mars til mai var normal eller under det normale i forhold til månedlige gjennomsnitt for perioden 1991-2020 (Norsk klimaservicesenter, dato 22.06.03). Tilførte mengder med næringsstoffer fra landavrenning anses derfor å være normale og det lavere siktedypet anses å speile normal turbiditet og/eller planteplanktonproduksjon i området.

Vannkvalitet

Nivåene av de forskjellige fosfor- og nitrogenstoffene viste god eller svært god tilstand ved foreliggende månedlige målinger. Klassifiseringen for gjennomsnittsverdier gir svært god tilstand for alle parametere. Det er tidligere gjort undersøkelser av vannkjemi i andre deler av Karmsundet, men ingen av stasjonene sammenfaller med stasjonene i denne undersøkelsen (4 km nord). Resultat fra dette nordlige område viste totalt god tilstand for støtteparameterne (NIVA, 2016).

BOF₅ (Biologisk oksygenforbruk) er en standardisert metode for måling av organisk forurensing av vann. Den måler mengden molekylært oksygen som blir brukt av mikroorganismer på 5 dager i vann med temperaturen 20 °C. Bakterier og andre mikroorganismer trenger oksygen for nedbryting av organisk materiale ved oksidasjon. Når forurensingen er høy, gir høy nedbrytningsaktivitet en minskning i mengden oksygen i vannmassen. Resultatene fra denne undersøkelsen viser at nivåene for mikrobiell aktivitet var lave gjennom hele måleperioden. Dette tyder også på at det er liten påvirkning fra diffuse utslipp av næringsstoffer og organisk materiale i nærheten av de undersøkte stasjonene.

pH

Ved naturlig likevekt i utveksling av CO₂ mellom hav og luft er pH i havet i overkant av 8,0 (Børsheim & Golmen, 2010). Resultat for pH, 8,1 (sommer) og 8,0 (vinter) viser dermed at det er normale nivåer på pH for resipienten. Ved tilførsel av avløp med lavere pH vil i hovedsak områder umiddelbar nærhet risikere at påvirkes, men fortynningen av utslippet vil mest sannsynlig minimere effektene på de i denne rapporten undersøkte biologiske parametere (bunnfauna og makroalger). De organismer som i hovedsak vil kunne påvirkes er de med kalkstrukturer, som for eksempel krepsdyr, bløtdyr foraminiferer og pigghuder. Det er generelt lite kunnskap om, og stor variasjon i, hvilke nivåer av minskning av pH som gir effekt på de forskjellige organismene som er undersøkte. Det finnes informasjon om at det er nok med at så liten forandring som 0,2 pH-enheter kan føre til forsureffekter på organismer (NIVA, 2014).

4 Litteratur

- Børsheim, K.Y. & Golmen, L. 2010. Forsuring av havet. Kunnskapsstatus for norske farvann. TA2575/2010.
- COWI, 2021. Overvåkingsprogram for Karmsundet. Fagrapport. Mars 2021, Karmøy kommune.
- Direktoratgruppen, 2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Veileder 02:2018.
- Kartverket, 2022. https://api.sehavniva.no/tideapi_no.html
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning nr. 97:03, TA-1467/1997.
- NIVA, 2014. Vurdering av miljøeffekter av sjøvannsutslipp fra SO2 renseanlegg ved Hydro Karmøy. Rapport L.Nr. 6684-2014.
- NIVA, 2016. Tiltaksrettet overvåking av Karmsundet i henhold til vannforskriften. Overvåking for FMC Biopolymer AS. Rapport L.Nr. 7050-2016.
- Norsk klimaservicesenter. <https://seklima.met.no/>
- Åkerblå AS, 2021. Strømrapport. Måling av strøm på 30 m og bunndyp (55 m) ved Karmsund i august-september 2021.
- Åkerblå AS, 2022. Vedleggsrapport Resipientundersøkelse Karmsundet Karmøy kommune 2021-2022, Rapportnummer, V.104791-01-001.

5 Vedlegg

Vedlegg 1. Grenseverdier for klassifisering

V1.1 Grenseverdier for tilstandsklassifisering for næringssalter, siktedyp og oksygen. Tabell 9.26 fra Veileder 02:2018.

Tabell 9.26 Klassifisering av tilstand for næringssalter og siktedyp i overflatelaget, samt oksygen i dypvannet ved saltholdighet over 18 (modifisert fra SFT 97:03).

Parameter		Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Overflatelag Sommer (Juni- august)	Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$)*	< 11,5	11,5-16	16-29	29-60	>60
	Fosfat ($\mu\text{g P/l}$)*	< 3,5	3,5-7	7-16	16-50	>50
	Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)*	< 250	250-330	330-500	500-800	>800
	Nitrat + nitritt ($\mu\text{g N/l}$)*	< 12	12-23	23-65	65-250	>250
	Ammonium ($\mu\text{g N/l}$)*	< 19	19-50	50-200	200-325	>325
	Siktedyp (m)	> 7,5	7,5-6	6-4,5	4,5-2,5	<2,5
Overflatelag Vinter (Desember- februar)	Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$)*	< 20	20-25	25-42	42-60	>60
	Fosfat ($\mu\text{g P/l}$)*	<14,5	14,5-21	21-34	34-50	>50
	Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)*	<291	291-380	380-560	560-800	>800
	Nitrat+nitritt ($\mu\text{g N/l}$)*	<97	97-125	125-225	225-350	>350
	Ammonium ($\mu\text{g N/l}$)*	<33	33-75	75-155	155-325	>325
Dypvann	Oksygen (ml O ₂ /l)**	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metning (%)***	>65	65-50	50-35	35-20	<20

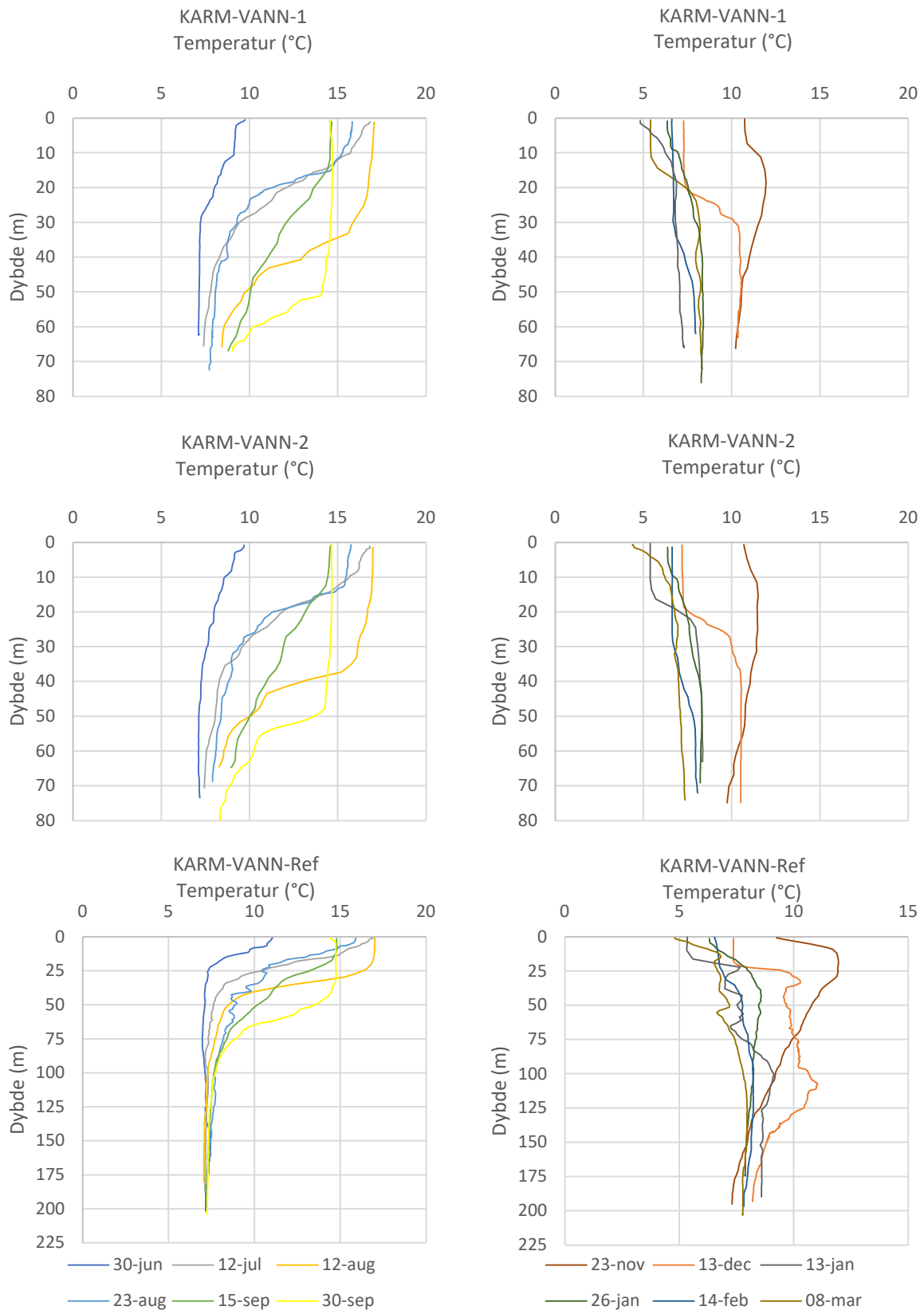
* Omregningsfaktor til mg-at/l er 1/31 for fosfor og 1/14 for nitrogen. ** Omregningsfaktor til mgO₂/ er 1,42. *** Oksygenmetning er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6 °C.

Vedlegg 2. Hydrografiske profiler

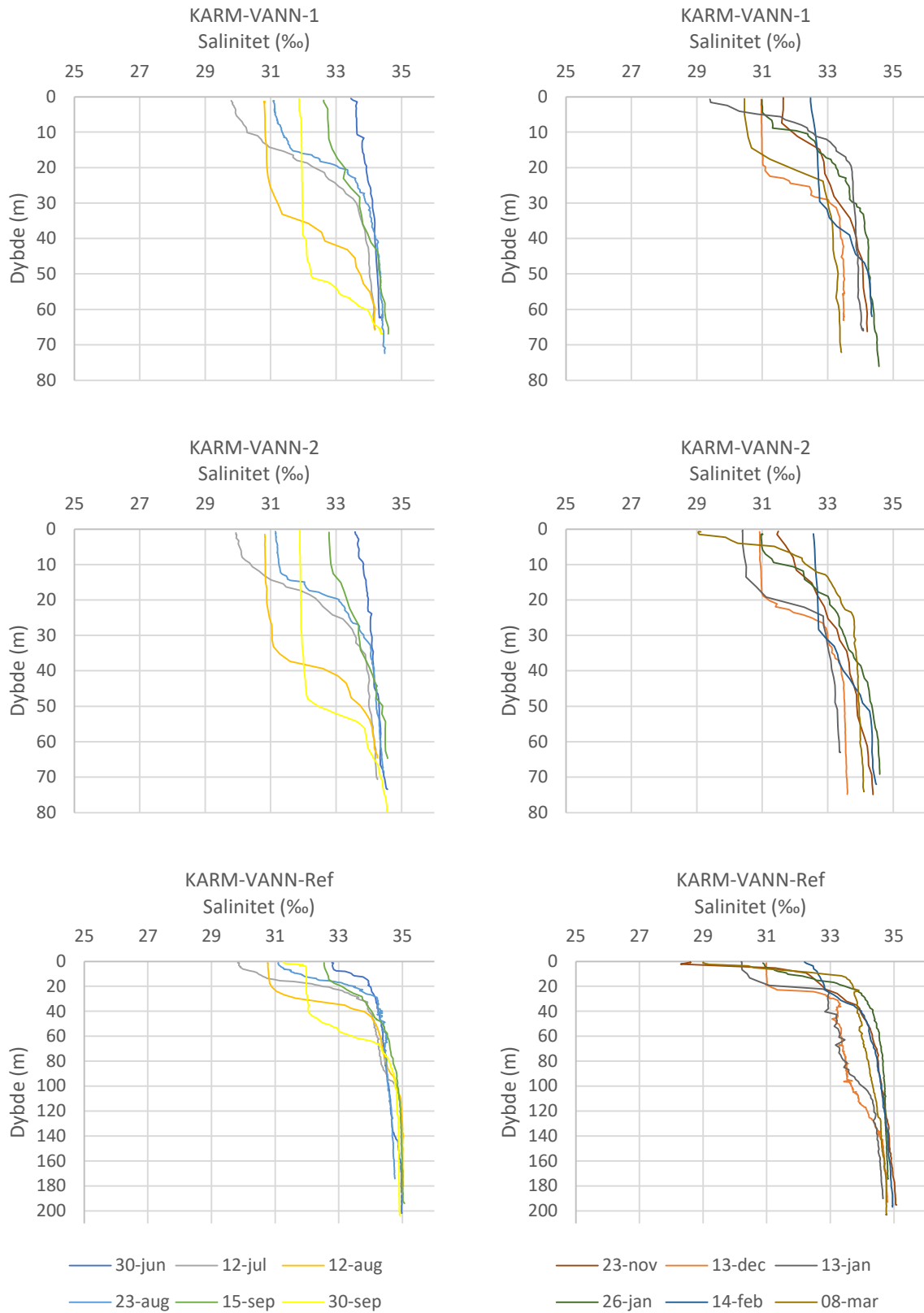
Under følger resultat fra målinger i sommerperioden (til venstre) og vinterperioden (til høyere) for respektive stasjon. Forklaring til grafene ligger nederst for respektive parametere; temperatur (°C), salinitet (‰), oksygenmetning (%) og oksygeninnhold (mg/l). I de tilfeller det finnes verdier for klassifisering av tilstand er klasse vist med bakgrunnsfarge; blå – svært god, grønn – god, gul – moderat, oransje – dårlig og rød – svært dårlig.

Samtlige parametere er målt følgende datoer:

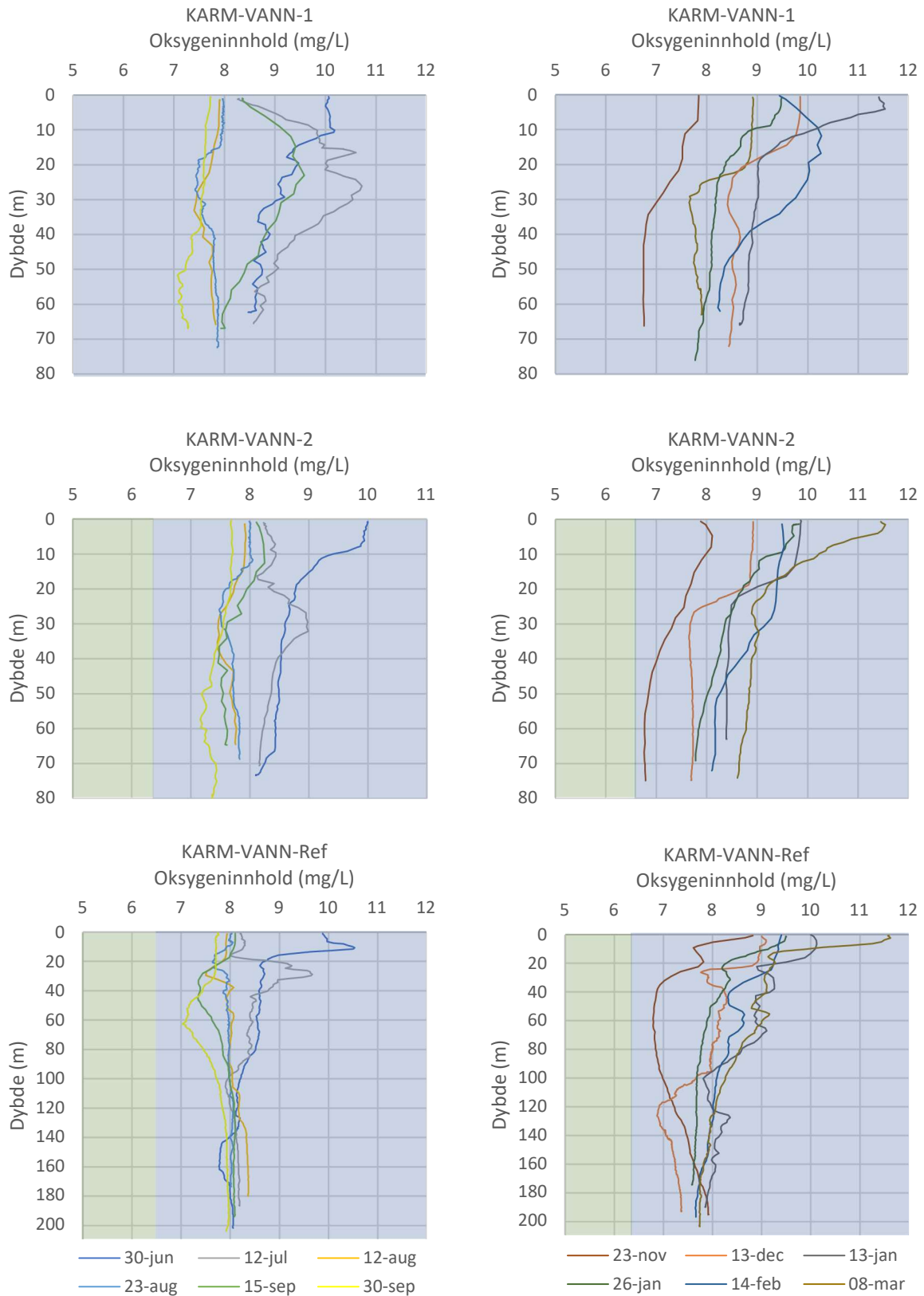
Sommerverdier	Vinterverdier
30 juni	23 november
12 juli	13 desember
12 august	13 januar
23 august	26 januar
15 september	14 februar
30 september	8 mars



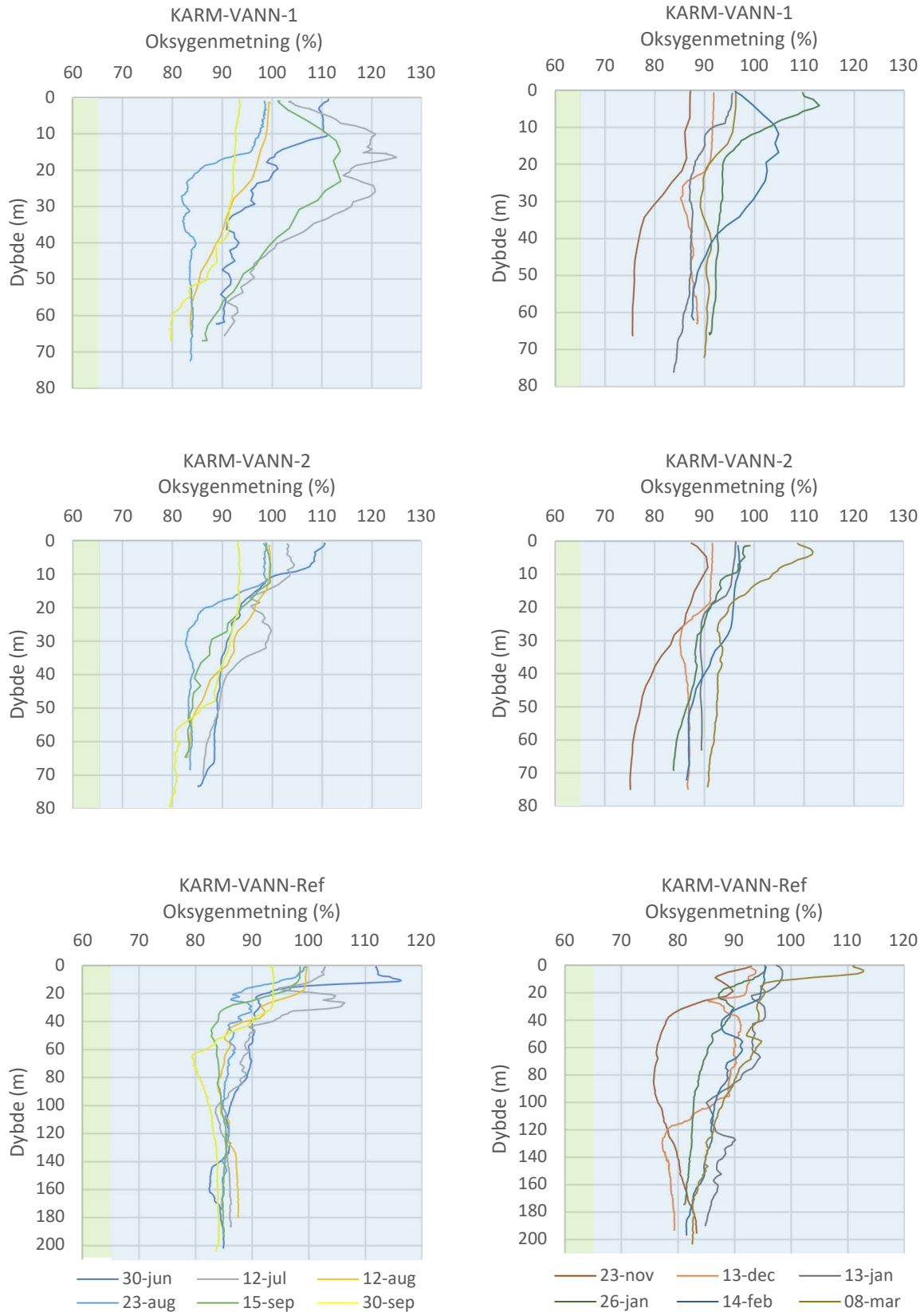
Figur V2.1. Grafer over temperatur (°C) fra CTD-målinger. Sommerverdier er presentert til venstre og vinterverdier til høyere.



Figur V2.2. Grafer over salinitet (‰) fra CTD-målinger. Sommerverdier er presentert til venstre og vinterverdier til høyere.



Figur V2.3. Grafer over oksygeninnhold (mg/L) fra CTD-målinger. Sommerverdier er presentert til venstre og vinterverdier til høyere



Figur V2.4. Grafer over oksygenmetning (%) fra CTD-målinger. Sommerverdier er presentert til venstre og vinterverdier til høyere.

V2.5. Resultater for pH og temperatur (°C) målt med sonde i sommerperioden 2021.

Stasjon	Vannlag	Parametere	2021-06-30	2021-07-12	2021-08-12	2021-08-23	2021-09-15	2021-09-30
KARM-VANN-1	0	pH	8,11	7,99	8,06	8,00	8,13	8,05
		Temperatur	9,8	16,8	17,1	15,8	14,7	14,6
	5	pH	8,13	7,99	8,06	8,00	8,08	8,03
		Temperatur	9,1	16,2	17,0	15,7	14,6	14,6
	10	pH	8,13	8,04	8,06	8,03	8,05	8,03
		Temperatur	9,1	15,7	17,0	15,7	14,6	14,7
KARM-VANN-2	0	pH	8,18	8,05	8,15	7,98	8,14	8,06
		Temperatur	9,7	16,8	17,0	15,8	14,6	14,6
	5	pH	8,21	8,08	8,15	7,98	8,13	8,04
		Temperatur	9,1	16,3	17,0	15,6	14,5	14,7
	10	pH	8,23	8,09	8,14	7,99	8,14	8,04
		Temperatur	8,6	15,7	17,0	15,5	14,4	14,7
KARM-VANN-ref	0	pH	8,06	8,05	8,14	8,00	8,14	8,07
		Temperatur	11,1	16,9	17,0	15,9	14,8	14,7
	5	pH	8,09	8,07	8,14	7,98	8,16	8,07
		Temperatur	10,7	16,3	17,0	15,6	14,8	14,7
	10	pH	8,11	8,08	8,15	8,05	8,16	8,07
		Temperatur	9,7	15,3	17,0	14,5	14,8	14,7

V2.6. Resultater for pH og temperatur (°C) målt med sonde i vinterperioden 2021-2022.

Stasjon	Vannlag	Parametere	2021-11-23	2021-12-13	2022-01-13	2022-01-26	2022-02-14	2022-03-08
KARM-VANN-1	0	pH	7,96	7,97	8,00	8,01	7,97	8,27
		Temperatur	10,5	7,3	5,4	6,3	6,6	4,8
	5	pH	7,98	7,96	8,02	7,98	7,97	8,23
		Temperatur	10,4	7,3	5,4	6,5	6,6	5,5
	10	pH	7,99	7,96	8,02	7,95	7,91	8,16
		Temperatur	11,3	7,3	5,4	6,9	6,7	6,3
KARM-VANN-2	0	pH	7,97	7,96	8,02	8,05	7,97	8,29
		Temperatur	10,7	7,2	5,4	6,4	6,6	4,4
	5	pH	7,97	7,96	8,04	8,03	7,98	8,22
		Temperatur	10,6	7,2	5,4	6,4	6,6	5,6
	10	pH	7,99	7,96	8,04	8,03	7,95	8,16
		Temperatur	11,2	7,2	5,4	6,6	6,6	6,3
KARM-VANN-ref	0	pH	8,00	7,95	8,02	7,98	7,96	8,21
		Temperatur	9,3	7,4	5,3	6,3	6,5	4,8
	5	pH	7,96	7,93	7,99	7,95	7,96	8,16
		Temperatur	11,0	7,4	5,3	6,4	6,6	5,5
	10	pH	7,97	7,94	8,00	7,94	8,08	8,12
		Temperatur	11,2	7,4	5,3	6,7	6,7	6,4

Vedlegg 3. Næringsstoffer - Månedsverdier

Tabeller over analyseresultater presentert av Eurofins Environment, Moss. Anlysebevis er presentert i vedleggsrapport (Åkerblå AS, 2022).

V3.1. Resultater og tilstandsklassifisering for næringsstoffer og siktedyp i overflatelag sommerstid 2021 (juni-september) samt verdier for BOF₅. For parametere med klassegrenser er tilstand markert med fargekode; Blå (tilstand 1 - svært god), grønn (tilstand 2 - god), gul (tilstand 3 - moderat), oransje (tilstand 4 - dårlig) og rød (tilstand 5 - svært dårlig). Klassifisering av tilstand etter Veileder 02:2018 gjelder for juni til august.

Stasjon	Vannlag	Parameter	2021-06-30	2021-07-12	2021-08-12	2021-08-23	2021-09-15	2021-09-30
KARM-VANN-1	0 meter	Tot. P µg/L	13,0	12,0	9,5	12,0	8,1	5,9
		Fosfat µg/L	2,5	4,5	1,0	3,2	1,3	1,0
		Tot. N µg/L	110	170	190	150	200	150
		Nitrat µg/L	1,0	1,0	1,0	1,9	1,0	1,3
		Ammonium	13,0	7,3	7,7	16,0	4,9	6,4
		Siktedyp (m)	5,0	8,0	6,5	8,0	9,0	8,0
		BOF-5 5d mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	5 meter	Tot. P µg/L	14,0	10,0	7,0	7,8	9,1	4,6
		Fosfat µg/L	3,1	1,8	1,0	1,1	1,5	1,0
		Tot. N µg/L	130	200	140	88	200	140
		Nitrat µg/L	1,3	1,0	1,0	1,1	1,0	1,9
		Ammonium	9,1	5,2	6,6	4,2	3,0	8,6
		BOF-5 5d mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	10 meter	Tot. P µg/L	18,0	9,9	9,6	9,8	9,1	5,8
		Fosfat µg/L	4,5	2,3	1,3	2,2	2,7	1,0
		Tot. N µg/L	150	150	160	98	180	110
		Nitrat µg/L	7,8	1,7	1,0	1,9	1,0	2,1
		Ammonium	20,0	5,6	7,1	4,1	5,2	9,2
BOF-5 5d mg/L		<3	<3	<3	<3	<3	<3	

KARM-VANN-2	0 meter	Tot. P µg/L	14,0	8,6	9,8	8,5	11,0	5,4
		Fosfat µg/L	3,2	1,0	1,0	1,4	3,8	1,5
		Tot. N µg/L	140	140	190	88	190	130
		Nitrat µg/L	1,0	1,0	1,0	2,6	1,0	1,6
		Ammonium	12,0	3,0	6,6	4,6	3,0	10,0
		Siktedyp (m)	5,0	8,0	7,0	8,0	10,0	8,5
		BOF-5 5d mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	5 meter	Tot. P µg/L	15,0	11,0	8,9	7,8	20,0	5,8
		Fosfat µg/L	2,7	1,2	1,0	1,6	11,0	1,3
		Tot. N µg/L	130	160	210	100	190	140
		Nitrat µg/L	1,0	1,0	1,0	4,1	1,0	2,5
		Ammonium	15,0	5,1	7,0	15,0	3,5	9,9
		BOF-5 5d mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3
		10 meter	Tot. P µg/L	16,0	12,0	9,4	8,8	30,0
	Fosfat µg/L		5,8	2,2	1,0	2,7	24,0	1,0
	Tot. N µg/L		140	150	200	99	220	120
	Nitrat µg/L		15,0	1,3	1,0	1,7	3,3	1,6
	Ammonium		20,0	5,8	48,0	3,5	8,9	10,0
	BOF-5 5d mg/L		<3	<3	<3	<3	<3	<3
	0 meter		Tot. P µg/L	10,0	6,9	5,4	2,5	6,4
		Fosfat µg/L	3,7	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0
Tot. N µg/L		120	120	160	84	150	130	
Nitrat µg/L		1,0	1,0	1,0	4,6	1,6	1,0	
Ammonium		14,0	3,0	5,3	3,7	3,7	9,5	
Siktedyp (m)		7,0	9,0	8,0	8,5	10,0	8,5	
BOF-5 5d mg/L		<3	<3	<3	<3	<3	<3	
5 meter	Tot. P µg/L	6,7	9,1	8,1	4,1	8,0	4,2	
	Fosfat µg/L	1,0	1,6	1,0	2,1	1,2	1,0	
	Tot. N µg/L	77	170	200	110	150	150	
	Nitrat µg/L	1,0	2,5	1,0	1,0	1,0	1,0	
	Ammonium	12,0	7,6	5,7	3,0	3,2	8,5	
	BOF-5 5d mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	
	10 meter	Tot. P µg/L	13,0	11,0	9,5	6,3	7,9	4,5
Fosfat µg/L		2,1	1,8	1,0	3,5	1,0	1,0	
Tot. N µg/L		130	180	200	95	170	140	
Nitrat µg/L		1,0	1,1	1,0	5,5	1,0	1,0	
Ammonium		9,7	3,5	5,8	9,3	3,0	7,9	
BOF-5 5d mg/L		<3	<3	<3	<3	<3	<3	
KARM-VANN-ref		0 meter	Tot. P µg/L	14,0	8,6	9,8	8,5	11,0
	Fosfat µg/L		3,2	1,0	1,0	1,4	3,8	1,5
	Tot. N µg/L		140	140	190	88	190	130
	Nitrat µg/L		1,0	1,0	1,0	2,6	1,0	1,6
	Ammonium		12,0	3,0	6,6	4,6	3,0	10,0
	Siktedyp (m)		5,0	8,0	7,0	8,0	10,0	8,5
	BOF-5 5d mg/L		<3	<3	<3	<3	<3	<3
5 meter	Tot. P µg/L	15,0	11,0	8,9	7,8	20,0	5,8	
	Fosfat µg/L	2,7	1,2	1,0	1,6	11,0	1,3	
	Tot. N µg/L	130	160	210	100	190	140	
	Nitrat µg/L	1,0	1,0	1,0	4,1	1,0	2,5	
	Ammonium	15,0	5,1	7,0	15,0	3,5	9,9	
	BOF-5 5d mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	
	10 meter	Tot. P µg/L	16,0	12,0	9,4	8,8	30,0	3,7
Fosfat µg/L		5,8	2,2	1,0	2,7	24,0	1,0	
Tot. N µg/L		140	150	200	99	220	120	
Nitrat µg/L		15,0	1,3	1,0	1,7	3,3	1,6	
Ammonium		20,0	5,8	48,0	3,5	8,9	10,0	
BOF-5 5d mg/L		<3	<3	<3	<3	<3	<3	
0 meter		Tot. P µg/L	10,0	6,9	5,4	2,5	6,4	3,5
	Fosfat µg/L	3,7	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	
	Tot. N µg/L	120	120	160	84	150	130	
	Nitrat µg/L	1,0	1,0	1,0	4,6	1,6	1,0	
	Ammonium	14,0	3,0	5,3	3,7	3,7	9,5	
	Siktedyp (m)	7,0	9,0	8,0	8,5	10,0	8,5	
	BOF-5 5d mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	
5 meter	Tot. P µg/L	6,7	9,1	8,1	4,1	8,0	4,2	
	Fosfat µg/L	1,0	1,6	1,0	2,1	1,2	1,0	
	Tot. N µg/L	77	170	200	110	150	150	
	Nitrat µg/L	1,0	2,5	1,0	1,0	1,0	1,0	
	Ammonium	12,0	7,6	5,7	3,0	3,2	8,5	
	BOF-5 5d mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	
	10 meter	Tot. P µg/L	13,0	11,0	9,5	6,3	7,9	4,5
Fosfat µg/L		2,1	1,8	1,0	3,5	1,0	1,0	
Tot. N µg/L		130	180	200	95	170	140	
Nitrat µg/L		1,0	1,1	1,0	5,5	1,0	1,0	
Ammonium		9,7	3,5	5,8	9,3	3,0	7,9	
BOF-5 5d mg/L		<3	<3	<3	<3	<3	<3	

V3.2. Resultater og tilstandsklassifisering for næringsstoffer og siktedyp i overflatelag vinterstid 2021-22 (november-mars) samt verdier for BOF₅. For parametere med klassegrenser er tilstand markert med fargekode; Blå (tilstand 1 - svært god), grønn (tilstand 2 - god), gul (tilstand 3 - moderat), oransje (tilstand 4 - dårlig) og rød (tilstand 5 - svært dårlig). Klassifisering av tilstand etter Veileder 02:2018 gjelder for juni til august.

Stasjon	Vannlag	Parameter	2021-11-23	2021-12-13	2022-01-13	2022-01-26	2022-02-14	2022-03-08
KARM-VANN-1	0 meter	Tot. P µg/L	14,0	7,6	17,0	13,0	19,0	4,8
		Fosfat µg/L	8,1	5,2	11,0	9,6	13,0	1,0
		Tot. N µg/L	240	210	200	120	240	170
		Nitrat µg/L	57,0	39,0	1,0	60,0	78,0	2,5
		Ammonium	10,0	3,6	3,0	4,9	4,0	7,0
		Siktedyp (m)	8	9,5	13	10	12	9
		BOF-5 5d mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	5 meter	Tot. P µg/L	14,0	11,0	16,0	13,0	18,0	5,7
		Fosfat µg/L	8,8	7,6	10,0	9,6	13,0	1,0
		Tot. N µg/L	230	290	190	120	210	180
		Nitrat µg/L	21,0	53,0	1,0	65,0	71,0	2,5
		Ammonium	9,5	5,4	3,0	5,1	3,0	5,3
		BOF-5 5d mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	10 meter	Tot. P µg/L	13,0	10,0	17,0	15,0	18,0	9,5
		Fosfat µg/L	7,5	7,1	10,0	11,0	14,0	5,9
		Tot. N µg/L	230	280	200	150	200	150
		Nitrat µg/L	18,0	49,0	1,0	68,0	71,0	23,0
		Ammonium	5,7	4,4	3,0	4,8	3,4	6,3
BOF-5 5d mg/L		<3	<3	<3	<3	<3	<3	

KARM-VANN-2	0 meter	Tot. P µg/L	12,0	7,3	17,0	15,0	19,0	2,8
		Fosfat µg/L	6,8	5,7	10,0	11,0	14,0	1,0
		Tot. N µg/L	170	230	180	150	240	140
		Nitrat µg/L	17,0	37,0	1,0	59,0	73,0	2,6
		Ammonium	8,1	4,3	3,0	10,0	4,7	5,6
		Siktedyp (m)	11	9,5	8	11	12	9
	5 meter	Tot. P µg/L	12,0	12,0	18,0	11,0	17,0	8,6
		Fosfat µg/L	6,9	7,6	11,0	9,0	13,0	2,9
		Tot. N µg/L	200	300	220	120	210	220
		Nitrat µg/L	16,0	54,0	74,0	52,0	65,0	14,0
		Ammonium	8,8	4,7	3,0	3,5	3,0	5,6
		BOF-5 5d mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3
10 meter	Tot. P µg/L	12,0	10,0	17,0	13,0	20,0	11,0	
	Fosfat µg/L	6,5	7,7	9,8	8,4	15,0	6,0	
	Tot. N µg/L	230	270	180	120	230	150	
	Nitrat µg/L	18,0	46,0	1,0	18,0	71,0	28,0	
	Ammonium	5,7	4,3	3,0	3,2	4,9	6,0	
	BOF-5 5d mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	
KARM-VANN-ref	0 meter	Tot. P µg/L	11,0	11,0	36,0	13,0	19,0	6,6
		Fosfat µg/L	4,7	8,6	29,0	8,7	13,0	2,7
		Tot. N µg/L	240	320	200	130	260	230
		Nitrat µg/L	17,0	47,0	74,0	23,0	71,0	2,9
		Ammonium	10,0	5,5	3,0	6,0	3,2	14,0
		Siktedyp (m)	8	9	11	10	12	9
	5 meter	Tot. P µg/L	15,0	10,0	23,0	13,0	23,0	6,3
		Fosfat µg/L	8,9	7,5	15,0	8,3	17,0	1,6
		Tot. N µg/L	240	270	210	130	220	140
		Nitrat µg/L	19,0	42,0	1,0	8,4	70,0	3,7
		Ammonium	7,6	3,0	3,0	4,1	3,7	4,9
		BOF-5 5d mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3
10 meter	Tot. P µg/L	10,0	11,0	18,0	14,0	19,0	11,0	
	Fosfat µg/L	5,8	7,9	12,0	8,4	14,0	5,6	
	Tot. N µg/L	180	310	190	130	210	230	
	Nitrat µg/L	13,0	53,0	74,0	1,0	69,0	29,0	
	Ammonium	4,2	8,6	3,0	7,4	4,0	6,3	
	BOF-5 5d mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	



Resipientundersøkelse i Karmsundet Karmøy kommune 2021-2022

Rapport nummer 104791-01-002 (Hovedrapport)

Delrapport 4 – Miljøgifter sediment

Åkerblå AS, 2022

Forfatter: Annika Liungman
Hedda Østgaard

Godkjent av:
Odd Helge Tunheim

Bakgrunn

Åkerblå AS har av Karmøy kommune fått i oppdrag å gjennomføre overvåking av sjøresipient i Karmsundet 2021/22 etter vedtatt overvåkingsprogram (Cowi, 2021). Resipientundersøkelsen skal danne et grunnlag for søknad om tillatelse for nytt utslipp ved Kopervik med tillatt belastning på 17 500 pe. Undersøkelsen skal dokumentere økologisk og kjemisk tilstand for resipienten, samt gi svar på om det er tilrådelig å søke om fritak fra kravet om sekundærrensing. I prosjektet inngår miljøgifter i sediment og biota, bløtbunnsfauna, vannprøver og makroalgeundersøkelse. Denne rapporten er et ledd i resipientundersøkelsen og presenterer data fra analyse av miljøgifter i sediment. Innholdet inkluderer metodebeskrivelse for prøvetaking, resultater av analyser samt en vurdering av klassifisering av tilstand.

Innhold

INNLEDNING	4
MATERIALE OG METODE	5
RESULTAT OG DISKUSJON	7
LITTERATUR.....	9
VEDLEGG 1	10

Innledning

I innværende undersøkelse er det gjort analyser for klassifisering av miljøgifter og enkelte tungmetaller. Dette er stoffer som kan utgjøre helse- og miljørisiko og som brytes ned langsomt. Selv om flere av metallene er vanlig å finne naturlig i lave konsentrasjoner i sedimentet, er det ofte et resultat av menneskelig aktivitet og forurensning. Polyklorerte bifenyler (PCB) er en gruppe miljøgifter som ble benyttet i et stort spenn av produkter (særlig i bygninger i eksempelvis maling og elektronikk). Gruppen vurderes som meget giftige og har vært forbudt i Norge siden 1980. En annen miljøgift er PAH-forbindelser, polysykliske aromatiske hydrokarboner, som dannes ved ufullstendig forbrenning av organisk materiale og forekommer naturlig i råolje. PAH16 består av en gruppe forskjellige forbindelser og i klassifiseringen benyttes 16 ulike PAH-forbindelser. TBT, tributyltinn er en gruppe forbindelser som tidligere er brukt i begroingshemmende midler på båter og i treimpregneringsmidler for å unngå råte, men dette er nå forbudt. TBT er giftig for vannlevende organismer (Miljøstatus, 2022).

Materiale og metode

Feltarbeid og behandling av innsamlet data er utført i henhold til overvåkingsprogrammet som er godkjent av Statsforvalteren i Rogaland. Sedimentprøver for analyse av miljøgifter og tungmetaller ble innhentet den 12.08.2021 og 16.09.2021, samtidig og på samme tre stasjoner som bunnfaunaprøver (Tabell 1; Figur 1). Stasjonsplassering og forklaring av stasjonsplassering, prøvetakingsmetodikk og feltskjema fra prøvetakingen er gitt i rapport for punktutslippsundersøkelsen (Åkerblå AS, 2022a). Ved prøvetaking ble en van Veen grabb med grabbareal på 0,1 m² senket til bunn, hvor den lukkes og omsluttet en sedimentprøve som ble hevet til overflaten. Prøvens validitet ble så vurdert gjennom om sediment overflaten var ubrutt, og funnet tilstrekkelig for prøvetaking. For analyser av miljøgifter og tungmetaller ble det tatt prøver fra øverste 1 cm av sediment overflaten. Prøvene ble hentet fra fire grabbhugg, som til sammen utgjorde en parallellprøve. Oversikt over analyseparametere er gitt i (Tabell 2). Etter toktets slutt ble prøvene fryst og sendt til underleverandør for analyse (Tabell 3). Analysebeviser er presentert i separat vedleggsrapport (Åkerblå AS, 2022b).

Tabell 1. Stasjonsbeskrivelse.. Avstanden er oppgitt fra planlagt nytt utslipp.

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp
KARM-SED-1	59°17.899'N / 5°19.402'Ø	400	60
KARM-SED-2	59°18.843'N / 5°20.008'Ø	2140	45
KARM-SED-REF	59°15.901'N / 5°20.714'Ø	3500	180

Tabell 2. Undersøkte parametere. PAH = Polysykliske aromatiske hydrokarboner, PCB = Polyklorerte bifenyler, TBT = Tributyltinn, Zn = Sink, Cu = Kobber, AS = Arsen, Pb = Bly, Cd = Kadmium, Cr = Krom, Hg = Kvikksølv, Ni = Nikkel og TOC = Total organisk karbon.

Analyseparametere
-PAH ₁₆ , PCB ₇ , TBT
-Metaller (Zn, Cu, Cd, Pb, Hg, Cu, Zn, Ni, As, Cr)
-Tørrstoff, Kornstørrelse, TOC

Tabell 3. Oversikt over arbeid utført av underleverandører (LEV) som er benyttet. AK = Akkreditering, EETN-AS = Eurofins Environment Testing Norway AS. AS = Arsen, Pb = Bly, Cd = Kadmium, Cr = Krom, Hg = Kvikksølv, Ni = Nikkel.

	LEV	Personell	AK	Standard
Zn, Cu, Cd, Pb, Hg, Cu, Zn, Ni, As, Cr	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN ISO 17294-2:2016
PCB ₇	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 16167:2018+AC:2019
PAH ₁₆	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	ISO 18287:2008
TBT	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	XP T 90-250



Figur 1. Plassering av utslippspunkt (rød sirkel), og prøvestasjoner (gule sirkler). Kartet er orientert mot nord (Norgeskart.no, 2022).

Prøvetaking av sediment er utført iht ISO 5667-19 og metodeanvisning i M-409, med unntak av sedimentdybde som er tatt ut for analyse, som følger overvåkingsplan (COWI, 2021). Kornstørrelse, organisk materiale i sediment, metaller og miljøgifter er analysert akkreditert av underleverandør (Tabell 3). Stoffene ble klassifisert etter veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen, 2018) og reviderte grenseverdier oppgitt i veileder M-608. Miljøkvalitetsstandard (EQS) representeres av øvre grense for klasse II (M-608). Klassifisering av miljøgift som ble analysert for er inndelt i fem klasser og klassegrensene representerer en forventet økende grad av skade på organismsamfunnet i sedimentene (Tabell 4).

Miljøgifter i sediment er en parameter som er med i vurderingen av økologisk tilstand og klassifiseres då basert på konsentrasjonen av vannregionspesifikke stoffer oppgitt i veileder M-608 (Tabell 5). For klassifisering av kjemisk tilstand brukes mengden av prioriterte stoffer listet i veileder M-608 (Vedlegg 1). Dette er stoffer som utgjør vesentlig risiko for eller via akvatisk vannmiljø i Europa. Resultat fra de kjemiske analysene presenteres i Tabell 6.

Tabell 4. Konsentrasjonen av miljøgift klassifiseres til enten bakgrunnsnivå, god, moderat, dårlig eller svært dårlig. Fargeangivelsen holdes tro mot tilstandsklassen. Tabellen er hentet fra M-608.

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved kort-tidseksponering	Omfattende toksiske effekter
Øvre grense: bakgrunn	Øvre grense: AA-QS, PNEC	Øvre grense: MAC-QS, PNEC _{akutt}	Øvre grense: PNEC _{akutt} * AF ¹⁾	

Resultat og diskusjon

Det ble funnet variasjon av parameterne tørrstoff, totalt organisk karbon (TOC) og kornstørrelse mellom stasjoner (Tabell 5). Andelen finstoff (leire og silt) var størst ved KARM-SED-Ref og minst ved KARM-SED-1 som er plassert nærmest planlagt utslipp. Mengden organisk karbon følger mengden finstoff, mens andelen tørrstoff var størst i den stasjon med lavest mengde finstoff. Klassifiseringssystemet for sedimenter er ment til bruk for finkornet sediment, da miljøgifter i hovedsak finnes på små partikler og organisk materiale. Derfor ble de målte konsentrasjonene av TOC normalisert for andel finstoff (nTOC) og som viser gjennomsnittlig god tilstand for resipienten. I stasjon KARM-SED-2 er det karbonmengder som viser moderat tilstand. Stasjonen er plassert i nærområdet til et av de nåværende utslippspunktene og det er mulig at dette gjenspeiles i innhold av organisk karbon. Det er ikke registrert forandret artssammensetning i bunnfaunaen i denne stasjon (Åkerblå AS, 2022a).

Tabell 5. Tørrstoff, kornstørrelse og totalt organisk karbon (TOC) samt nTOC for stasjonene i Karmsundet 2021. Tilstand for nTOC er markert med fargekode, Blå (tilstand 1 - svært god), grønn (tilstand 2 - god), gul (tilstand 3 - moderat), oransje (tilstand 4 - dårlig) og rød (tilstand 5 - svært dårlig). Klassifisering av tilstand etter Veileder 02:2018.

Parametere		KARM-SED-1	KARM-SED-2	KARM-SED-Ref
Tørrstoff	%	63,7	54,4	48,5
Kornstørrelse <2 µm	% TS	<1,0	2,3	5,1
Kornstørrelse < 63 µm	%	15,6	25,3	64,7
Totalt organisk karbon (TOC)	mg/kg	10700	14200	17000
nTOC		25,9	27,6	23,4

Blant de vannregionspesifikke stoffene var det overskridelser av miljøkvalitetsstandard (EQS) for flere stoffer; Acenaften, pyren, benzo[a]antracen, krysen/trifenylen og dibenzo[a,h]antracen (Tabell 6). Hver stasjon hadde overskridelse av to eller flere av disse stoffene. Tilstandsklassifisering etter veileder M-608 varierte mellom tilstand II (god) og tilstand IV (dårlig). Konsentrasjonene av undersøkte metaller og PCB7 var alle under EQS og tilstanden ble klassifisert til bakgrunnsnivå, klasse I. På grunn av overskridelse av EQS for flere stoffer oppnås ikke miljømålet for vannregionspesifikke stoffer og økologisk tilstand klassifiseres til «ikke god» for miljøgifter i sediment. Dette samsvarer med resultater fra tiltaksorientert vannovervåking i Karmsundet (NIVA, 2022).

Konsentrasjonene av EUs prioriterte stoffer var forholdsvis lik mellom stasjonene. Metallene viste tilstand I (bakgrunn) eller II (god). For de fleste av PAH-forbindelsene ble tilstand IV (dårlig), med unntak av naftalen og summert PAH. EQS var overskredet for alle stoffene utenom naftalen på stasjon KARM-SED-Ref (Tabell 7). For tributyltinn var tilstand III (moderat) for KARM-SED-1 og KARM-SED-2 og for KARM-SED-Ref var tilstand II (god). Kjemisk tilstand for miljøgifter i sediment klassifiseres til tilstand «ikke god» grunnet overskridelser av EQS for de fleste prioriterte stoffene (Tabell 7). Dette samsvarer med resultater fra NIVA (2022), hvor de stasjoner plassert i resipienten også viste høye verdier for PAH-forbindelser og fikk «ikke god» kjemisk tilstand.

Til tross for at klassifiseringene av stoffene var forholdsvis lik mellom stasjonene kan det for flere av forbindelsene ses en høyere konsentrasjoner i KARM-SED1 og KARM-SED-2 enn i KARM-SED-Ref. Dette kan eventuelt forklares med at de fleste industrier og havner, i nåtid og historisk, har vært lokalisert i området mer sentralt i Karmsundet, og det er i industriell produksjon de fleste av stoffene er brukt. Det er også registrert at det er en endret mengde miljøgifter, sammenlignet med bakgrunnsverdier, i referansestasjon sør for planlagt utslippspunkt.

Tabell 6. Sedimentets innhold av vannregionspesifikke stoffer klassifisert etter M-608/2016, hvor farge samsvarer med nivåets tilstandsklasse (se tabell 2.2). Verdier i fet skrift er stoffer som overskrider EQS-verdien (grensen mellom moderat og god tilstand). Enheten benyttet på alle metaller er mg/kg tørrstoff (TS) og for PCB er enheten µg/kg TS benyttet.

Vannregionspesifikke stoffer		EQS	KARM-SED-1	KARM-SED-2	KARM-SED-Ref
Metaller					
Arsen (As)	mg/kg TS	18	3,9	5,3	6,7
Kobber (Cu)	mg/kg TS	84	9,1	9,7	18
Krom (Cr)	mg/kg TS	620	12	14	30
Sink (Zn)	mg/kg TS	139	50	34	66
PAH					
Acenaftylen	mg/kg TS	0,033	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Acenaften	mg/kg TS	0,096	0,12	0,09	0,04
Fluoren	mg/kg TS	0,15	0,07	0,05	0,02
Fenantren	mg/kg TS	0,78	0,53	0,36	0,2
Pyren	mg/kg TS	0,084	0,80	0,54	0,35
Benzo[a]antracen	mg/kg TS	0,06	0,51	0,35	0,23
Krysen/Trifenylen	mg/kg TS	0,28	0,52	0,36	0,24
Dibenzo[a,h]antracen	mg/kg TS	0,027	0,081	0,06	0,061
PCB					
Σ 7 PCB	mg/kg TS	0,0041	0,0012	0,0012	0,0006

Tabell 7. Sedimentets innhold av EUs prioriterte metaller og miljøgifter klassifisert etter M-608/2016, hvor farge samsvarer med nivåets tilstandsklasse (se tabell 2.2). Verdier i fet skrift er stoffer som overskrider EQS-verdien (grensen mellom moderat og god tilstand). Enheten benyttet på alle metaller er mg/kg tørrstoff (TS) og for TBT er enheten µg/kg TS benyttet. For TBT er forvaltningsbasert grense i M-608 fulgt for klassifisering.

Prioriterte stoffer		EQS	KARM-SED-1	KARM-SED-2	KARM-SED-Ref
Metaller					
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	2,5	0,14	0,12	0,08
Bly (Pb)	mg/kg TS	150	12	13	29
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	0,52	0,06	0,10	0,19
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	42	8	8,3	21
PAH					
Antracen	mg/kg TS	0,0048	0,099	0,068	0,037
Fluoranten	mg/kg TS	0,4	0,99	0,7	0,43
Naftalen	mg/kg TS	0,027	0,048	0,034	0,019
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,183	0,54	0,4	0,27
Benzo[b]fluoranten	mg/kg TS	0,14	0,8	0,57	0,53
Benzo[k]fluoranten	mg/kg TS	0,135	0,31	0,2	0,2
Benzo[ghi]perylen	mg/kg TS	0,084	0,38	0,29	0,3
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,063	0,44	0,31	0,34
Σ PAH(16) EPA	mg/kg TS	2,00	6,2	4,4	3,3
TBT					
Tributyltinn (TBT) _{Forvalt.}	µg/kg tv	5	6,2	7,1	3,9

Litteratur

COWI, 2021. Overvåkingsprogram for Karmsundet. Fagrapport. Mars 2021, Karmøy kommune.

Direktoratgruppen, 2018. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet/Miljøstandardprosjekt.

M-409 (2015) Risikovurdering av forurenset sediment, Veileder, hentet 01.01.2020 fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m409/m409.pdf>

Miljødirektoratet (2015) Risikovurdering av forurenset sediment, veileder (M-409/2015) s.18

Miljødirektoratet (2016) Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020 (Veileder M-608-2016) s.13

Miljøstatus, 2022. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/>

NIVA, 2022. Tiltaksorientert vannovervåking etter vannforskriften i Karmsundet. Undersøkelser av blåskjell, sedimenter, bløtbunnsfauna og fjæresone i 2021.

NS-EN ISO 5667-19 (2004) Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667-19:2004). Standard Norge

Åkerblå AS (2022a). Punktutslippsundersøkelse av bunnfauna i Karmsundet 2021. Rapport 103381-01-001

Åkerblå AS (2022b). Vedleggsrapport Resipientundersøkelse Karmsundet Karmøy kommune 2021-2022, Rapportnummer, V.104791-01-001.

Vedlegg 1

Tabell V2.1: Tilstandsklasser for prioriterte og vannregionspesifikke stoffer i sediment fra veileder M-608

Navn på stoff	Enhet	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
		Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Metaller						
Arsen	mg/kg TS	0 - 15	15 - 18	18 - 71	71 - 580	> 580
Bly ¹⁾	mg/kg TS	0 - 25	25 - 150	150 - 1480	1480 - 2000	2000-2500
Kadmium ²⁾	mg/kg TS	0 - 0,2	0,2 - 2,5	2,5 - 16	16 - 157	> 157
Kobber ³⁾	mg/kg TS	0 - 20	20 - 84		84 - 147	> 147
Krom ⁴⁾	mg/kg TS	0 - 60	60 - 620	620 - 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
PAH						
Naftalen	µg/kg TS	0 - 2	2 - 27	27 - 1754	1754 - 8769	> 8769
Acenaftalen	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 - 4,8	4,8 - 30	30 - 295	> 295
Fluoranten	µg/kg TS	0 - 8	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	4,4 - 280		280 - 2800	> 2800
Benzo(b)fluoranten	µg/kg TS	0 - 90	90 - 140		140 - 10600	> 10600
Benzo(k)fluoranten	µg/kg TS	0 - 90	90 - 135		135 - 7400	> 7400
Benzo(a)pyren ⁵⁾	µg/kg TS	0 - 6	6 - 183	183 - 230	230 - 13100	> 13100
Indeno(1,2,3-cd) pyren	µg/kg TS	0 - 20	20 - 63		63 - 2300	> 2300
Dibenzo(ah) antracen	µg/kg TS	0 - 12	12 - 27	27 - 273	273 - 2730	> 2730
Benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	0 - 18	18 - 84		84 - 1400	> 1400
PAH16 ^{b)}	µg/kg TS	0 - 300	300 - 2000	2000 - 6000	6000 - 20000	> 20000

Andre organiske						
DDT	µg/kg TS	0 - 1	0 - 16 (p,p'-DDT: 0 - 6)	16 - 165	165 - 1647	> 1647
TBT	µg/kg TS		0 - 0,002	0,002 - 0,016	0,016 - 0,032	> 0,032
TBT (forvaltmessig) ^{c)}	µg/kg TS		1 - 5	5 - 20	20 - 100	>100
Heksaklorbensen	µg/kg TS		0 - 17	17 - 61	61 - 610	> 610
Pentaklorbenzen	µg/kg TS		0 - 400	400 - 800	800 - 4000	> 4000
Triklorbenzen	µg/kg TS		0 - 5,6	5,6 - 700	700 - 1400	> 1400
Heksaklorbutadien	µg/kg TS		0 - 49	49 - 66	66 - 660	> 660
Heksaklorsykloheksan ^{6}	µg/kg TS		0 - 0,074	0,074 - 0,74	0,74 - 9,8	> 9,8
Pentaklorfenol	µg/kg TS		0 - 14	14 - 34	34 - 68	> 68
Oktylfenol ^{7}	µg/kg TS		0 - 0,27	0,27 - 7,3	7,3 - 36	> 36
Nonylfenol	µg/kg TS		0 - 16	16 - 107	107 - 214	> 214
Bisfenol A ^{8}	µg/kg TS		0 - 1,1	1,1 - 79	79 - 790	> 790
TBBPA	µg/kg TS		0 - 108	108 - 383	383 - 3830	> 3830
Bromerte difenyletere ^{9}	µg/kg TS		0 - 62	62 - 79	79 - 1580	> 1580
HBCDD ^{10}	µg/kg TS		0 - 34		34 - 2382	> 2382
PFOS ^{11}	µg/kg TS		0 - 0,23	0,23 - 72		
PCB7	µg/kg TS		0 - 4,1	4,1 - 43	43 - 430	> 430
Trifenyltin	µg/kg TS		0 - 0,036	0,036 - 0,67	0,67 - 6,7	> 6,7
Dodecylfenol med isomere	µg/kg TS		0 - 4,4	4,4 - 18,7	18,7 - 187	> 187
DEHP	µg/kg TS		0 - 10000	10000 - 100000	100000 - 1200000	> 1200000
PFOA ^{12}	µg/kg TS		0 - 71			
C10-13 kloralkaner	µg/kg TS		0 - 800	800 - 2800	2800 - 5600	> 5600
Klorparafiner (mellomkjedete)	µg/kg TS		0 - 4600	4600 - 27000	27000 - 54000	> 54000
Dioksiner ¹³⁾	µg/kg TEQ TS		0 - 0,00086	0,00086 - 0,0036	0,0036 - 0,5	> 0,5
D5 ^{14}	µg/kg TS		0 - 44	44 - 2600	2600 - 26000	> 26000
TCEP	µg/kg TS		0 - 72	72 - 562	562 - 5620	> 5620
Diflubenzuron	µg/kg TS		0 - 0,2	0,2 - 4,6	4,6 - 46	> 46
Teflubenzuron ^{15}	µg/kg TS	0 - 0,0004	0,0004 - 0,02	0,02 - 2	> 2	
Trikloran	µg/kg TS	0 - 9,3	9,3 - 26	26 - 260	> 260	
Alaklor	µg/kg TS	0 - 0,3	0,3 - 0,78	0,78 - 1,5	> 1,5	
Klorfenvinfos	µg/kg TS	0 - 0,5	0,5 - 1,4	1,4 - 3,0	> 3,0	
Klorpyrifos	µg/kg TS	0 - 1,3	1,3 - 4,44	4,44 - 13	> 13	
Endosulfan	µg/kg TS	0 - 0,073	0,073 - 0,6	0,6 - 6	> 6	
Trifluralin	µg/kg TS	0 - 1600		1600 - 16000	> 16000	



Resipientundersøkelse i Karmsundet, Karmøy kommune, 2021-2022

Rapport nummer 104791-01-002 (Hovedrapport)

Delrapport 5 – Miljøgifter biota

Åkerblå AS, 2022

Forfatter: Annika Liungman
Dag Slettebø

Godkjent av: Odd Helge Tunheim

Bakgrunn

Åkerblå AS har av Karmøy kommune fått i oppdrag å gjennomføre overvåking av sjøresipient i Karmsundet 2021/22 etter vedtatt overvåkingsprogram (Cowi, 2021). Resipientundersøkelsen skal danne et grunnlag for søknad om tillatelse for nytt utslipp ved Kopervik med tillatt belastning på 17 500 pe. Undersøkelsen skal dokumentere økologisk og kjemisk tilstand for resipienten, samt gi svar på om det er tilrådelig å søke om fritak fra kravet om sekundærrensing. I prosjektet inngår miljøgifter i sediment og biota, bløtbunnsfauna, vannprøver og makroalgeundersøkelse. Denne rapporten er et ledd i resipientundersøkelsen og presenterer data fra analyse av miljøgifter i biota. Innholdet inkluderer metodebeskrivelse for prøvetaking, resultater av analyser samt en vurdering av klassifisering av tilstand.

Innhold

BAKGRUNN	2
MATERIALE OG METODER.....	4
RESULTAT OG DISKUSJON	6
Vannregionspesifikke stoffer	6
Prioriterte stoffer	8
LITTERATUR.....	9
VEDLEGG 1 – STØRRELSFORDELING AV INNSAMLET MATERIALE	10
VEDLEGG 2 – MILJØKVALITETSSTANDARDE OG TILSTANDSKLASSE FOR STOFFER I ORGANISMER.....	11
VEDLEGG 3 – KART OVER STASJONSPLASSERING FOR MILJØGIFTER I BIOTA	14

Materiale og metoder

Feltarbeid og behandling av innsamlet data er utført i henhold til overvåkingsprogrammet som er godkjent av Statsforvalteren Rogaland. Det ble innsamlet blåskjell (*Mytilus* spp.) ved å vasse i fjæresonen ved tre forhåndsbestemte stasjoner (KARM-BIO-1 – KARM-BIO-3). Stasjonene ble justert noe i felt siden de var plassert nokså langt fra land, på dyp ned til 42 meter, slik at skjellene kunne samles inn uten dykking (Tabell 1). Innsamlingen ble gjort utenfor anbefalt prøvetidspunkt (september), men avviket er av såpass beskjeden grad at det trolig ikke vil påvirke resultatene nevneverdig. Etter innsamling ble skjellene oppbevart fryst før analyse.

Tabell 1. Lokalisering av stasjoner og prøvedato benyttet for analyse av miljøgifter i blåskjell. Koordinater er oppgitt med datum WGS84.

Stasjon	Dato	Koordinater	
KARM-BIO-1	26.08.21	59° 17,758' N	05° 20,193' Ø
KARM-BIO-2	26.08.21	59°17,998' N	05° 18,422' Ø
KARM-BIO-3	26.08.21	59° 16,606' N	05° 20,845' Ø

Blåskjellene ble analysert for EUs prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer samt fettinnhold og tørrstoff (Tabell2). Miljøgifter i biota er en parametere som er med i vurderingen av økologisk tilstand og klassifiseres då basert på konsentrasjonen av vannregionspesifikke stoffer oppgitt i veileder 02:2018 (Direktoratgruppen vanndirektivet, 2018). For klassifisering av kjemisk tilstand brukes mengden av prioriterte stoffer listet i veileder 02:2018 (Vedlegg 2). Dette er stoffer som utgjør vesentlig risiko for, eller via, akvatiske vannmiljø i Europa. For inndeling av undersøkte stoffer se Tabell 3. Resultat fra de kjemiske analysene presenteres i Tabell 44 og Tabell5. Analysebeviser er presentert i vedleggsrapport (Åkerblå AS, 2022).

I veileder 02:2018 benyttes to klasser som brukes for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand; under eller over miljøkvalitetsstandard (EQS) gir enten god eller ikke god kjemisk tilstand (Vedlegg 2). Resultatene for metaller, benzo(a)antrazen og summen PCB₇ benyttes for klassifisering av økologisk tilstand. For klassifisering av kjemisk tilstand benyttes resultater for kvikksølv, antracen, benzo(a)pyren, fluoranten og naftalen. Det er også foretatt en generell sammenligning med resultater av undersøkelser utført i området i 2015 (NIVA, 2016) og 2021 (NIVA, 2022).

Tabell 2. Analyseparametere ved undersøkelse av biota (blåskjell).

Analyseparametere blåskjell	
Krom (Cr)	Kadmium (Cd)
Kobber (Cu)	Arsen (As)
Sink (Zn)	PAH16
Bly (Pb)	PCB7
Nikkel (Ni)	Fettinnhold
Kvikksølv (Hg)	Tørrstoff

Tabell 3. Stoffer som brukes for klassifisering av kjemisk tilstand (prioriterte) og økologisk tilstand (vannregionspesifikke).

Prioriterte stoffer	Vannregionspesifikke stoffer
Kvikksølv og kvikksølvforbindelser	PCB7
AntracenA (PAH)	Benzo(a)antracen (PAH)
Benzo(a)pyren (PAH)	
Fluoranten (PAH)	
Naftalen (PAH)	

Resultat og diskusjon

Det ble funnet blåskjell ved alle tre stasjoner. Ved to stasjoner (KARM-BIO-1 og KARM-BIO-3) ble det innsamlet over 20 individer fra stasjonsområdet. Blåskjellene var her i størrelsesorden 0,9-1,5 cm. Ved en stasjon (KARM-BIO-2) ble det funnet 9 blåskjell, hvor størrelsen var mellom 3-6 cm (Vedlegg 1). Innsamlet mengde prøvemateriale var for lavt med unge individer for KARM-BIO-1 og KARM-BIO-3. Skjellenes alder ble vurdert til ca. 1 år og ble dermed også vurdert å være like representative som om det ble plassert ut skjell i tre måneder. Basert på tidligere erfaringer ble det i felt vurdert at mengden prøvemateriale ville være tilstrekkelig for å oppnå god nok deteksjonsgrense.

Den mindre størrelsen på blåskjell ved KARM-BIO-1 og KARM-BIO-3 førte til at deteksjonsgrensen for stoff var høyere enn EQS-verdien, som gjør at tilstand ikke kan utledes for disse stoffene. For stasjon KARM-BIO-2 var blåskjellene i riktig størrelsesorden, men det ble funnet færre individer enn beskrevet i programmet (ønsket ≥ 20 individer), og en lavere utvalgsstørrelse introduserer usikkerhet på hvorvidt utvalget har representativitet i populasjonen. På bakgrunn av dette vil resultater sammenlignes med «Tiltaksorientert vannovervåking i Karmsundet» utført samme år (NIVA, 2022), hvor stasjon KB7, KB8 og referanse, vurderes som sammenligningsbare med undersøkte stasjoner (Vedlegg 3).

Vannregionspesifikke stoffer

Samtlige resultater viste konsentrasjoner som var lavere enn EQS for alle stoffer utenom for PCB₇ (Tabell 4). Til tross for noe lav prøvevolum, viser metaller og benzo(a)antracen konsentrasjoner lavere enn EQS. Resultater for PCB₇ er noe usikre grunnet lav prøvevolum ved KARM-BIO-3, men for de øvrige stasjonene er verdiene tilforlatelige. Basert på resultater fra NIVA (2022) hvor det ikke var overskridelser av EQS i vannregionspesifikke stoffer, vurderes også resultatene fra inneværende undersøkelse som tilforlatelige. Ettersom verste styrer-prinsippet brukes, vil samlet økologisk tilstand for resipienten trekkes ned av resultatene for PCB₇.

Tabell 4. Innhold av vannregionspesifikke stoffer i biota. Miljøkvalitetsstandard (EQS) er oppgitt for stoffer etter veileder 02:2018, når det foreligger. Verdier i hevet skrift overskrider EQS-verdien. *) EQS-verdi foreligger ikke. **) EQS-verdi foreligger ikke i veileder 02:2018, men grensen mellom tilstand I og II i SFT 97:03 er brukt etter anbefaling i veileder 02:2018.

Vannregionspesifikke stoffer	EQS	KARM-BIO-1	KARM-BIO-2	KARM-BIO-3	
Metaller					
Arsen (As)	mg/kg	10**	2,3	2,3	2,6
Kobber (Cu)	mg/kg	10**	<5	<5	<5
Krom (Cr)	mg/kg	3**	<1	<1	<1
Sink (Zn)	mg/kg	200**	22	24	19
PAH					
Acenaften*	µg/kg		<20	<5,0	<40
Acenaftylen*	µg/kg		<20	<5,0	<40
Benzo[a]antracen	µg/kg	304			
Dibenzo[a, h]antracen*	µg/kg		<20	<5,0	<40
Fenantren*	µg/kg		<20	<5,0	<40
Fluoren*	µg/kg		<20	<5,0	<40
Pyren*	µg/kg		<20	<5,0	<40
PCB					
PCB nr. 28*	µg/kg		<0,20	<0,10	<0,50
PCB nr. 52*	µg/kg		<0,20	<0,20	<0,50
PCB nr. 101*	µg/kg		<0,20	0,14	<0,50
PCB nr. 118	µg/kg		<0,20	<0,20	<0,50
PCB nr. 138*	µg/kg		0,25	0,53	<0,50
PCB nr. 153*	µg/kg		0,27	0,56	<0,50
PCB nr. 180*	µg/kg		<0,20	<0,05	<0,50
∑ 7 PCB	µg/kg	0,6	1,5	1,8	<3,5

Prioriterte stoffer

Resultater fra undersøkte prioriterte stoffer er presentert i Tabell. For vurdering av kjemisk tilstand basert på miljøgifter i biota benyttes fem stoffer som har EQS-verdier fra veileder 02:2018. Analysene for kvikksølv, antracen og naftalen viser nivåer lik eller lavere enn EQS. Resultat for benzo(a)pyren viser overskridelser av EQS i KARM-BIO-1 og KARM-BIO-3 og for fluoranten i KARM-BIO-3.

Det foreligger usikkerhet i forhold til klassifisering av kjemisk tilstand grunnet lav prøvevolum (KARM-BIO-1 og KARM-BIO-3). Dette resulterte i at deteksjonsgrensen for analyser av benzo(a)pyren og fluoranten var høyere enn EQS. Resultater fra «Tiltaksorientert vannovervåking i Karmsundet» indikerer at nivåene for disse stoffene var lavere og under EQS (NIVA, 2022). Resultatene for benzo(a)pyren vil dermed ikke bli inkludert i klassifisering av kjemisk tilstand for henholdsvis KARM-BIO-1 og KARM-BIO-3 og fluoranten blir ikke inkludert for KARM-BIO-3.

For stasjon KARM-BIO-2 var blåskjellene av riktig størrelse, men utvalgsstørrelsen gir en usikkerhet i representativitet for området. Sammenligning med nærmeste stasjon i tiltaksorientert vannovervåking (NIVA, 2022), som viser verdier lavere enn EQS, gir en indikasjon om at resultatene fra de ni blåskjellen i denne undersøkelsen er representative og er derfor inkludert i tilstandsklassifiseringen.

Basert på resultater fra kvikksølv, antracen og naftalen vurderes kjemisk tilstand til «god», da gjennomsnittlig mengde for stasjonene er lavere eller lik EQS. Kjemisk tilstand for enkelte resultater for benzo(a)pyren og fluoranten vurderes kjemisk tilstand også til «god». Det bør også nevnes at der er undersøkelser som har vist en betydelig reduksjon av PAH mellom 2008 og 2015 (NIVA, 2015), som kan tyde på at tilførselen av miljøgifter minsker i området.

Tabell 5. Innhold av prioriterte stoffer i biota. Miljøkvalitetsstandard (EQS) er oppgitt for stoffer etter veileder 02:2018, når det foreligger. Kjemisk tilstand er angitt som «god» (blå farge) og «ikke god» (rød farge). Tall med rød skrift indikerer verdier hvor deteksjonsgrensen for analysene var høyere enn EQS-verdien for undersøkt parametere og er derav ikke inkludert i klassifisering. *) EQS-verdi foreligger ikke.

Prioriterte stoffer		EQS	KARM-BIO-1	KARM-BIO-2	KARM-BIO-3
Metaller					
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,02	<0,02	0,02	<0,02
PAH					
Antracen	µg/kg	2400	<20	<5,0	<40
Benzo[b/j]fluoranten*	µg/kg		<20	9,1	<40
Benzo[k]fluoranten*	µg/kg		<20	<5,0	<40
Benzo[a]pyren	µg/kg	5	<20	<5,0	<40
Benzo[ghi]perylene*	µg/kg		<20	<5,0	<40
Fluoranten	µg/kg	30	<20	<5,0	<40
Indeno[1,2,3-cd] pyren*	µg/kg		<20	<5,0	<40
Naftalen	µg/kg	2400	<20	<10	<40

Litteratur

COWI, 2021. Overvåkingsprogram for Karmsundet. Fagrapport. Mars 2021, Karmøy kommune.

Direktoratgruppen vanndirektivet, 2018. Veileder 02:2018 (2018). *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet/Miljøstandardprosjekt.

Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 22

Miljøstatus, 2022. www.miljostatus.miljodirektoratet.no

NIVA, 2016. Tiltaksrettet overvåking for Hydro Aluminium Karmøy AS i 2015, i henhold til vanforskriften. Rapport L.Nr. 7012-2016.

NIVA, 2021. Contaminants in coastal waters of Norway 2020. REPORT SNO. 7686-2021

NIVA, 2022. Tiltaksorientert vannovervåking etter vannforskriften i Karmsundet. Undersøkelser av blåskjell, sedimenter, bløtbunnsfauna og fjæresone i 2021.

NS 9434:2017 (2017). Vannundersøkelse. Overvåking av miljøgifter i blåskjell (*Mytilus* spp.). Innsamling av utplasserte eller stedegne skjell og prøvebehandling

Norgeskart, 2022. www.norgeskart.no

Åkerblå AS (2022). Vedleggsrapport Resipientundersøkelse Karmsundet Karmøy kommune 2021-2022, Rapportnummer, V.104791-01-001.

Vedlegg 1 – Størrelsesfordeling av innsamlet materiale

	KARM BIO-1		KARM BIO-2	KARM BIO-3	
	9	13	45	6	11
	10	13	46	7	11
	10	13	51	7	11
	10	13	51	8	11
	10	13	51	8	11
	10	13	52	8	11
	10	13	57	9	11
	10	13	59	9	11
	10	14	60	9	11
	10	14		9	11
	10	14		9	11
	10	14		9	12
	10	14		9	12
	11	14		10	12
	11	14		10	12
	11	14		10	12
	11	14		10	12
	11	14		10	12
	11	14		10	12
	11	14		10	12
	11	14		10	13
	12	15		10	13
	12	15		10	13
	12	15		10	13
	12	15		10	14
	12	15		10	14
	12	15		10	14
	12	15		10	15
	12	15		10	15
	12	15		10	15
	12	15		10	
	12	15			
	12	15			
	12	15			
	12	16			
	12	16			
	12	16			
	12	16			
	12	16			
	12	17			
	12	18			
	12	19			
<hr/>					
Antall	86		9	61	
Gjennomsnitt (mm)	12,9		52,44444	10,7	
Totalvekt (g)	40		254	23	
Gjennomsnittsvekt (g)	0,47		28,22	0,38	

Vedlegg 2 – Miljøkvalitetsstandarder og tilstandsklasser for stoffer i organismer

V3.1 Miljøkvalitetsstandarder for prioriterte stoffer i organismer etter Veileder 02:2018.

Nr	Navn på substans	CAS-nr. ¹	Miljøkvalitetsstandard i organismer ²
1	Antracen ³	120-12-7	2400
2	Bromerte difenyletere ³	32534-81-9	0,0085
3	Kortkjedete klorparafiner (C10-13) ³	85535-84-8	6000
4	Di-(2-etylheksyl)ftalat (DEHP) ³	117-81-7	2900
5	Endosulfan ³	115-29-7	370
6	Fluoranten	206-44-0	30
7	Heksaklorbenzen ³	118-74-1	10
8	Heksaklorbutadien ³	87-68-3	55
9	Heksaklor- sykloheksan ³	608-73-1	61
10	Kvikksølv og kvikksølvforbindelser ³	7439-97-6	20
11	Naftalen	91-20-3	2400
12	Nonylfenol (4-nonylfenol) ³	84852-15-3	3000
13	Oktylfenol 4-(1,1,3,3-tetrametylbutyl)fenol	140-66-9	0,004
14	Pentaklorbenzen ³	608-93-5	50
15	Pentaklorfenol	87-86-5	180
16	PAH		
	Benzo(a)pyren	50-32-8	5
	Benzo(b)fluoranten	205-99-2	Se fotnote 4.
	Benzo(k)fluoranten	207-08-9	Se fotnote 4.
	Benzo(g,h,i)perylen	191-24-2	Se fotnote 4.
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	193-39-5	Se fotnote 4.
17	Tributyltinnforbindelser (tributyltinn kation) ³	36643-28-4	150
18	Triklorobenzener	12002-48-1	490
19	Dicofol	115-32-2	33
20	Perfluoroktylsulfonat og dets derivater (PFOS) ³	1763-21-1	9,1
21	Dioksin og dioksinlignende forbindelser ³	Se fotnote 14 i del A i dette vedlegg.	Sum av PCDD+PCDF+PVB-DL 0,0065 µg/kg TEQ ³
22	Heksabromsyklododekan (HBCDD) ³	Se fotnote 16 i del A i dette vedlegg.	167
23	Heptaklor og heptaklorepoxid ³	76-44-8/1024-57-3	6,7x10 ³

¹ CAS- Chemical Abstracts service.

² Miljøkvalitetsstandardene gjelder for fisk både i ferskvann og marine områder. Alternativ taksa eller matriks kan benyttes dersom miljøkvalitetsstandardene gir samme beskyttelsesnivå. For fluoranten (stoff nr. 6) og PAH (stoff nr. 16) gjelder miljøkvalitetsstandardene for krepsdyr og bløtdyr. Overvåking av fluoranten og PAH i fisk er ikke hensiktsmessig for å evaluere kjemisk tilstand. For dioksiner og dioksinlignende forbindelser (stoff nr. 21) gjelder miljøkvalitetsstandardene i fisk, krepsdyr og bløtdyr.

³ For Polyaromatiske hydrokarboner (PAH) refererer miljøkvalitetsstandardene i organismer til konsentrasjonen av benzo(a)pyren. Benzo(a)pyren kan betraktes som en markør for de andre PAHene, og det er kun benzo(a)pyren som må overvåkes for å sammenligne med EQS i organismer.

⁴ PCDD: polyklorerte dibenzo-p-dioksiner; PCDF: polyklorerte dibenzofuraner; PCB-DL: dioksinlignende polyklorerte bifenylter TEQ: toksisitets-ekvivalenter i følge Verdens helseorganisasjon 2005 Toxic Equivalent Factors

⁵ Prioritert farlige stoffer

V3.2 Liste over vannregionspesifikke stoffer med miljøkvalitetsstandard i organismer etter tabell i Veileder 02:2018.

Nr	Navn på substans	CAS-nr. ¹	Biota
			QS-biota, hh µg/kg biota
1	Bisfenol A	80-05-7	-
2	TBBPA (Tetra- bromobisfenol A)	79-94-7	-
3	Dekametyl syklopenta- siloksan (D5)	541-02-6	15217
4	Klorparafiner (mellomkjedete)	85535-85-9	170
5	PFOA	3825-26-1. flere	91,3
6	Trikloran	3380-34-5	15217
7	TCEP (tris(2- kloretyl)fosfat)	115-96-8	7304
8	Dodecylfenol med isomere	121158-58-5, 27193-86-8	-
9	Diflubenzuron	35367-38-5	730
10	Teflubenzuron	83121-18-0	609
11	Trifenyltin	892-20-6, 900-95-8, 76-87-9, 639-58-7	152 (med 100% TDI)
12	PCB7	1336-36-3	0,6
13	Kobber	7440-50-8	-
14	Sink	7440-66-6	-
15	PAH		-
	Acenaftalen	208-96-8	-
	Acenaften	83-32-9	-
	Fluoren	86-73-7	-
	Fenantren	85-01-8	-
	Pyren	129-00-0	-
	Benzo(a) antracen	56-55-3	304
	Krysen	218-01-9	-
	Dibenso(ah) antracen	53-70-3	-
16	Arsen	7440-38-2	-
17	Krom	7440-47-3 (Cr metall);	-

¹ CAS- Chemical Abstracts service.

² Den gjennomsnittlige årlige verdien. Hvis ikke annet er oppgitt svarer denne verdien til totalkonsentrasjonen av alle isomere.

³ Ferskvann innbefatter elver, innsjøer og sterkt modifiserte ferskvannsføremønstre.

⁴ Den maksimalt tillatte verdien. Der hvor denne verdien ikke er oppgitt er den gjennomsnittlige årlige verdien ansett til også å beskytte mot kortvarige utslipp av forbindelsen.

V3.3 Tilstandsklassifisering av blåskjell (mg/kg) fra SFT-veiledning 97:03. Øvre verdi for tilstand II er brukt som EQS for tungmetaller i vurderingen av arsen.

Blåskjell		I	II	III	IV	V
		Ubetydelig - Lite forurenset	Moderat forurenset	Markert forurenset	Sterkt forurenset	Meget sterkt forurenset
Arsen	mg/kg	<10	10-30	30-100	100-200	>200
Bly	mg/kg	<3	3-15	15-40	40-100	>100
Fluorid	mg/kg	<15	15-50	50-150	150-300	>300
Kadmium	mg/kg	<2	2-5	5-20	20-40	>40
Kobber	mg/kg	<10	10-30	30-100	100-200	>200
Krom	mg/kg	<3	3-10	10-30	30-60	>60
Kvikksølv	mg/kg	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-4	>4
Nikkel	mg/kg	<5	5-20	20-50	50-100	>100
Sink	mg/kg	<200	200-400	400-1000	1000-2500	>2500
Sølv	mg/kg	<0,3	0,3-1	1-2	2-5	>5
TBT	mg/kg	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-5	>5
PCB	µg/kg	<4	4-15	15-40	40-100	>100

Vedlegg 3 – Kart over stasjonsplassering for miljøgifter i biota



Figur 1. Stasjonsplassering for prøvetaking av miljøgifter og metaller i biota (blå sirkler) for sjøresipienten i Karmsund 2021/22. Stasjonsplassering fra «Tiltaksorientert vannovervåking etter vannforskriften i Karmsundet» (gule romber) er tatt med da de brukes for sammenligning i diskusjon (NIVA, 2022). Planlagt utslippspunkt er markert med rød sirkel. Kartet er orientert mot nord (Norgeskart.no, 2022).