

AVINOR AS

KRISTIANSAND LUFTHAVN KJEVIK

RESIPIENTUNDERSØKELSE 2020



Dokumentinformasjon

ADRESSE COWI AS
Otto Nielsens veg 12
Postboks 4420 Torgarden
7436 Trondheim
TLF +47 02694
WWW cowi.no

Tittel:	Kristiansand lufthavn Kjevik. Resipientundersøkelse 2020		
Oppdrag nr:	128814	Rapportnummer	002
Utgivelsesdato:	11.2.2021	Antall sider:	38 + vedlegg
Utarbeidet:	Siri Ofstad, Siw Taftø, Anna Scherer		
Kontrollert:	Jane Dolven		
Godkjent:	Siw Taftø		
Oppdragsgivers kontaktperson:	Ingvild Helland Ingvild.Helland@avinor.no +47 45 40 13 99	Oppdragstakers kontakthinformatjon	Siw Taftø site@cowi.com +47 99 59 29 39

Rapport versjon:	Dato:	Signatur:

INNHold

Sammendrag	4
1 Innledning	6
2 Metoder	7
2.1 Karakteristikk av tillatte utslipp	7
2.2 Resipienter	8
2.3 Valg av kvalitetselementer	10
3 Feltarbeid	12
3.1 Økologisk tilstand	12
3.2 Kjemisk parametere	17
4 Resultater	19
4.1 Økologisk tilstand	19
4.2 Kjemiske parametere	29
5 Oppsummering	36
6 Referanser	38

BILAG

Bilag A	Koordinater - sediment og bløtbunnsfauna
Bilag B	Bløtbunnsfauna - feltlogg
Bilag C	Bløtbunnsfauna - artsliste (Medins)
Bilag D	Ålegras – rådata (Medins)
Bilag E	Ålegras – fotodokumentasjon videotransekt (Medins)
Bilag F	Sediment - analyserapport (Eurofins)

Sammendrag

Kristiansand lufthavn er etablert på Kjevik i Kristiansand kommune, og driftes av Avinor AS. Det er gitt tillatelse til utslipp fra Statsforvalteren i Agder (tidligere Fylkesmannen i Agder) med en ramme på 30 tonn KOF per år for baneavsningskemikalier (formiatbasert) og 145 tonn flyavsningskemikalier (glykol). Utslipp og diffusavrenning ved lufthavna ledes til vannforekomstene Ålefjærfjorden (0130010500-C), Topdalsfjorden-indre (0130010400-1-C) og Topdalselva (020-183-R). I pålegg datert 3.7.2019 stiller Statsforvalteren i Agder krav om utarbeidelse av et overvåkningsprogram for resipientene.

Resipientundersøkelsen er utført i 2020 og omfatter kartlegging av økologisk tilstand til plante- og dyresamfunn (ålegras og bløtbunnsfauna), samt analyse av relevante kjemiske parametere i vann og sediment (glykol, formiat, alifater, PFAS). Hensikten er å kartlegge om, og eventuelt i hvilken grad, utslippene påvirker vannforekomstene og fjæresonen ved lufthavna. Undersøkelser av økologisk tilstand i Topdalselva ble vurdert som lite hensiktsmessig. Topdalselva er saltvannspåvirket i undersøkelsesområdet, og tilgjengelig metodikk for vurdering av økologisk tilstand i elv ble av denne grunn vurdert som uegnet.

Undersøkelsen omfatter bløtbunnsfauna fra én stasjon i Topdalsfjorden-indre og én i Ålefjærfjorden. Resultatene viser god økologisk tilstand (tilstandsklasse II) ved begge stasjonene.

Kartlegging av ålegraspopulasjonen i overgangen mellom vannforekomsten Topdalselva og Topdalsfjorden-indre viser at området domineres av skruhavgras (*Ruppia* sp.). Ålegras (*Zostera marina*) ble hovedsakelig påvist tett innpå skruhavgrasengene, i kantene på basisplatået, men også i sentrale områder av enga. Undersøkelsen dokumenter at hav- og ålegrasengene, som tidligere er observert i området nærmest rullebanen, nå er svært redusert. Metodisk sett har ålegras begrensninger i dette området, fordi det ikke er etablert indekser for klassifisering av økologisk tilstand i vanntype «oksygenfattig fjord» for ålegras. I tillegg kan ikke parameteren «nedre voksegrense» beregnes, fordi vandypet i undersøkelsesområdet er for grunt.

Resultatene av kjemiske analyser for sediment utført nært utslippspunkter viser at formiat og propylenglykol ikke forekommer i konsentrasjoner over kvantifiseringsgrensa. Alifater (>C12-C35) er påvist i Topdalselva ved utslippsrør fra de nordøstlige delene av rullebanen (S1). PFOS er påvist over kvantifiseringsgrensa i tre av fire prøver, hvorav to prøver klassifiseres i tilstandsklasse III (moderat). Høyest konsentrasjon er påvist i Topdalselva nedstrøms de nedlagte brannøvingsfeltene (3,3 µg/kg).

Kjemiske analyser av vann iht. Avinors Miljøovervåkningsprogram påviste formiat i de to overvannstasjonene ved enden av rullebanen i januar og mars 2020. PFOA er påvist i tilstandsklasse II (god) og PFOS i tilstandsklasse III (moderat) ved alle prøvestasjonene. Den høyeste konsentrasjonen av sum PFAS ekskl. LOQ (kvantifiseringsgrensa) (4,3 µg/l) er påvist ved målepunktet som drenerer vann fra de nedlagte brannøvingsfeltene.

Resipientundersøkelsen indikerer at vannforekomstene ved lufthavna er lite påvirket av utslipp av avsningskemikalier (formiat og glykol). Stor vannføring og mye strøm i elva kombinert med relativ god vannutskifting i de øverste delene av vannsøylen i sjø, reduserer trolig effekten av utslipp. For å redusere belastningen lokalt (i strandsonen/på elvebredd) vil et relevant tiltak være å forlenge utslippsrør ut i elv/ut av tidevannssonen.

Undersøkelsen viser at det er lite egnet metodikk tilgjengelig for å vurdere økologisk tilstand i nærsone til lufthavna. For de marine vannforekomstene er bløtbunnsfauna best egnet, men i

vurdering av data må det tas hensyn til at faunaen både kan påvirkes av ferskvannslaget i overflatemasser og oksygenreduserende/anoksisk bunnvann. Resipientundersøkelsen i 2020 har vist at ålegras ikke er en egnet parameter for å dokumentere påvirkning fra utslipp på økologisk tilstand. Ålegrasengene i sjøområdet utenfor lufthavna har svært begrenset utbredelse, og det er ennå ikke utviklet egnet metodikk/klassifiseringssystem for vanntypen i disse fjordområdene.

Vi vurderer det som relevant å videreføre overvåking av kjemiske parametere (jf. utslippstillatelsen) i vann og sediment på utvalgte stasjoner langs lufthavna. Jevnlige undersøkelser (f.eks. hvert 4. år) av bløtbunnsfauna er egnet for å overvåke eventuelle endringer relatert til Avinors utslipp (spesielt glykol som har høyt oksygenforbruk ved nedbryting).

1 Innledning

Kristiansand lufthavn er etablert på Kjevik i Kristiansand kommune, og drives av Avinor AS (Avinor). Det er gitt tillatelse fra Statsforvalteren i Agder (Fylkesmannen i Agder) (2011.0301.T) for bruk og utslipp av:

- › Baneavising kjemikalier, 30 tonn KOF pr. år. Til avising av banen benyttes formiatbaserte kjemikalier
- › Glykol (100 %) fra avising av fly, 145 tonn pr år.

Preventiv anti-icing med glykol tillates hvis nødvendig.

Utslipp og diffus avrenning ved lufthavna drenerer til vannforekomstene Topdalsfjorden-indre, Topdalselva og Ålefjærfjorden.

Det er etablert et overvannsystem der vann fra takse- og rullebane sør samt drensvann fra det sentrale området på lufthavna ledes til Topdalselva, og overvann og drensvann i sør ledes mot sjø i enden av bane. Overvann fra deler av flyoppstillingsplassen ledes til fjæresonen i nordvest. Overvann fra flyoppstillingsplattform og snødeponi går til tette tanker og kommunalt avløpsnett. En illustrasjon av aktiviteter og avrenningsmønster er gitt i Figur 1.

I pålegg fra 3.7.2019 stilte Statsforvalteren i Agder krav om utarbeidelse av et overvåkingsprogram, som skal gjennomføres etter vannforskriftens bestemmelser. Bedriften skal overvåke hvordan utslipp fra virksomheten påvirker økologisk/og eller kjemisk tilstand i Topdalselva og Ålefjærfjorden. Når resultater fra overvåkingen for 2020 foreligger skal intervall for videre overvåking vurderes og oversendes Statsforvalteren sammen med resultatene fra overvåkingen.



Figur 1 Dreneringsretninger og overvannssystem (svarte piler) og lokalisering av aktiviteter. BØF (brannøvingsfelt) 1-2 er nedlagt.

2 Metoder

Resipientundersøkelsen er basert på krav i utslippstillatelsen, metodekrav iht. vanndirektivets veiledere, tidligere undersøkelser samt en vurdering av påregnelige påvirkninger og resipientenes egenskaper. Det legges til grunn at undersøkelsen skal omfatte det, eller de, kvalitetselementene som vurderes som mest følsomme for den aktuelle påvirkningen.

2.1 Karakteristikk av tillatte utslipp

Nedbrytning av avisingskjemikalier (glykol- og formiatbaserte kjemikalier) er en oksygenkrevende prosess, som vil kunne redusere oksygenkonsentrasjonene i vann og sediment. Ved ufullstendig nedbrytning av kjemikalier som følge av for lite tilgang på oksygen, kan det dannes

nedbrytningsprodukter som alkylsulfider og merkaptaner. Sistnevnte medfører en ubehagelig løklukt. Både hydrogensulfid (H_2S), alkylsulfider og merkaptaner kan være svært giftige ved høye konsentrasjoner.

Frem til 2011 ble det ved Avinors lufthavner benyttet skumbaserte brannslökkemidler som inneholdt perfluorerte forbindelser (PFAS). PFAS kan påvirke dyr og mennesker negativt, ved blant annet å påvirke immunforsvaret og effekten av vaksiner. PFAS er svært stabile og brytes i liten grad helt ned.

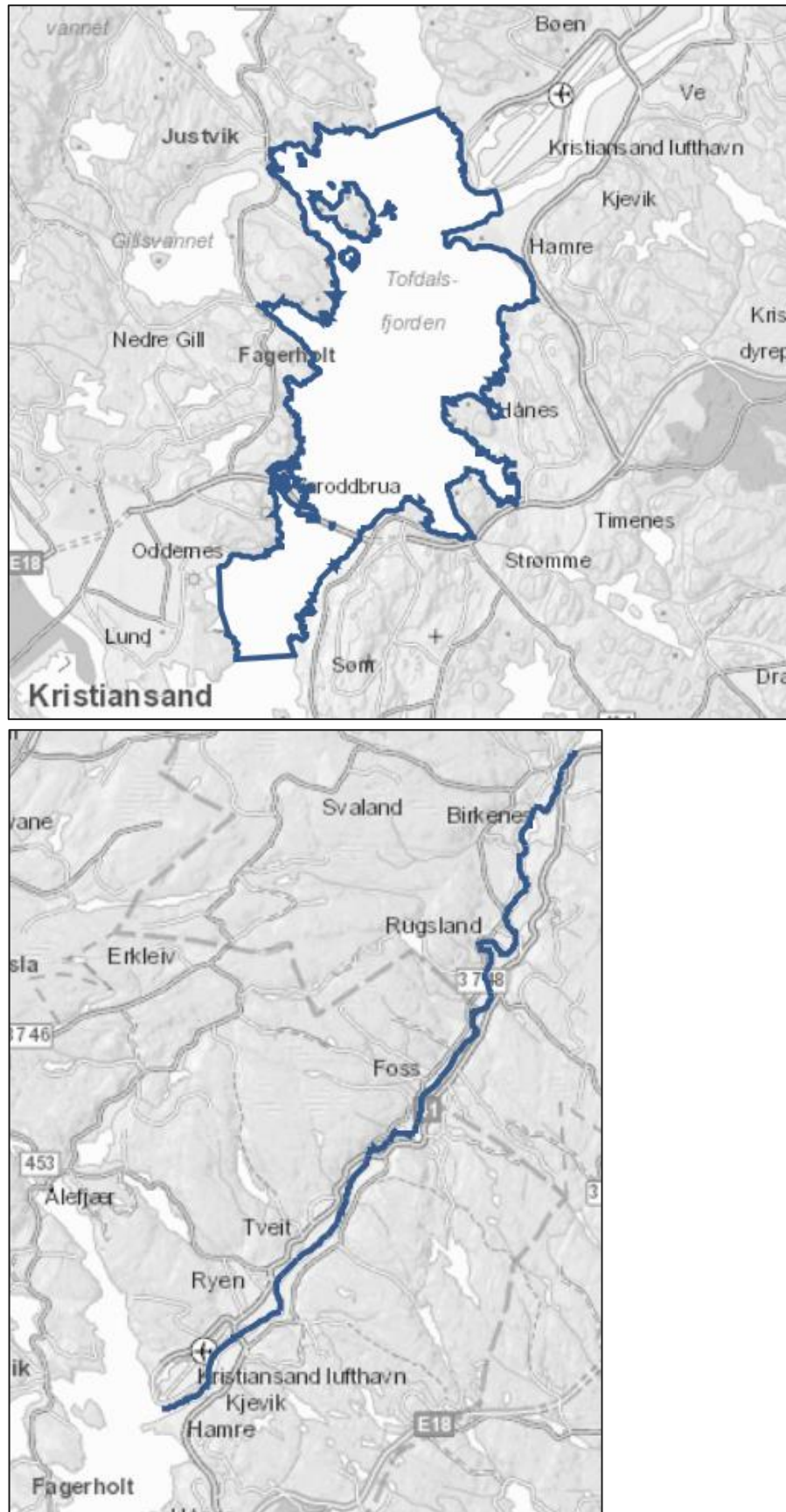
2.2 Resipienter

Lufthavna har utslipp til tre vannforekomster; Ålefjærfjorden (Figur 2) Topdalsfjorden-indre og Topdalselva (Figur 3).

De marine vannforekomstene er definert som oksygenfattig fjord (Tabell 1). Økologisk tilstand er vurdert som moderat i alle tre vannforekomstene, og kjemisk tilstand som dårlig i Topdalsfjorden-indre og god Ålefjærfjorden og Topdalselva (Vann-nett, 2020). Alle vannforekomstene ligger i økoregion Skagerrak.



Figur 2 Avgrensning av vannforekomsten Ålefjærfjorden er vist med blå linje (Kilde: <https://vann-nett.no/portal/#>).



Figur 3 Avgrensning av vannforekomstene Topdalsfjorden-indre (øverst) og Topdalselva (nederst) er vist med blå linje
(Kilde: <https://vann-nett.no/portal/#>).

Tabell 1 Informasjon om vannforekomstene (Vann-nett, 10.1.2020).

Navn	ID	Vanntypenavn	Økologisk tilstand	Kjemisk tilstand	Kommentar (Vann-nett)
Topdalsfjorden-indre	0130010400-1-C	Oksygenfattig fjord	Moderat	Dårlig	Kjemisk tilstand reflekterer trolig sterk forurensning ved Kongsgårdsbukta; økologisk tilstand reflekterer tilførsel av næringsstoffer fra Topdalselva
Topdalselva	020-183-R	Stor, svært kalkfattig type 1d, klar (TOC2-5)	Moderat	God	
Ålefjærfjorden	0130010500-C	Oksygenfattig fjord	Moderat	God	

Topdalselva er et stort vassdrag med middelvannføring på 62 m³/sekund og et samlet nedbørfelt på 1 866 km². Elva har stor fortynnings- og resipientkapasitet.

Topdalsfjorden-indre er en terskelfjord med begrenset utskifting av dypvann, terskelen på rundt 40 m dyp ligger rett på sørsiden av Varoddbua. Fjorden har en strømhastighet på <1 knop og en tidevannsforskjell på <1 m.

Vannforekomst Ålefjærfjorden er også en terskelfjord og er den innerste fjordarmen i dette fjordsystemet.

2.3 Valg av kvalitetselementer

2.3.1 Økologisk tilstand marine resipienter

Veileder 02/2018 beskriver fire ulike kvalitetselementer som kan brukes til å klassifisere økologisk tilstand i marine vannforekomster: planteplankton (klorofyll a), makroalger (nedre voksegrense eller fjæreundersøkelser), ålegras og bløtbunnsfauna.

Makroalger er relatert til hardbunn og utgår derfor som metode i og med at substratene er preget av bløtbunn. Kvalitetselementet planteplankton er mest relevant for utslipp av næringssalter (ikke relevant i denne sammenheng).

I denne undersøkelsen baserer vurderingen av økologisk tilstand seg på bløtbunnsfauna og ålegras (se nærmere beskrivelse under).

Bløtbunnsfauna

Bløtbunnsfauna påvirkes normalt sett av endringer i oksygenforhold (her for eksempel nedbrytning av avisingskjemikalier), tilførsel av organisk materiale og sedimenter. Også abiotiske faktorer som temperatur, salinitet og sedimentets kornstørrelse påvirker artssammensetningen og individtettheten.

Det er ikke oppgitt klassegrenser for bløtbunnsfauna i vanntypen «oksygenfattig fjord» (S6) i Veileder 02/2018. I den tidligere versjonen av Veilederen (02/2013, rev. 2015) er klassegrensene felles for alle vanntyper, og klassifisering er derfor utført med utgangspunkt i disse grenseverdiene.

Støtteparametere for bløtbunnsfauna

Støtteparametere for bløtbunnsfauna omfatter total organisk karbon (TOC), kornfordeling og C/N-forholdet. Parameterne er viktige støtteparametere for bløtbunnsfauna, men inngår ikke i klassifisering av økologisk tilstand.

TOC gir informasjon om graden av organisk belastning. Kornfordeling gir informasjon om hvor fin- eller grovkornet sedimentet er, noe som påvirker faunasammensetningen. C/N-forhold mellom 4 og 10 tilsvarer naturlig tilstand i marine sedimenter. Verdier over 10 betyr at tilførsel fra en terrigen kilde dominerer, eksempelvis humus eller planterester som inneholder lavere konsentrasjoner av nitrogen (Meyers, 1994).

Ålegras

Ålegras (*Zostera marina*) er en flerårlig fastsittende vannplante som lever i grunne (0-10 m) marine bløtbunnsområder. Forekomst og utbredelse av ålegrasengene varierer med ytre faktorer som lys, temperatur, saltholdighet, bølgeeksponering, strøm og næringstilgang. Plantene er gode indikatorer for påvirkning av toksiske stoffer og næringssalter.

Det er flere forhold ved resipienten som gjør at metoden har redusert relevans. Vannforekomsten er sterkt ferskvannspåvirket (Topdalselva). Det er tidligere dokumentert at brakkvannslaget i Topdalsfjorden er 3 m (NIVA, 2003). Det er kjent at varierende salinitet kan være en begrensende faktor for enkelte ålegraspopulasjoner (Salo m.fl., 2014). Topdalselva er preget av flere kilder til næringsstoffer, deriblant jordbruk, slik at tilstanden på enga kan relateres til flere påvirkningsfaktorer. Metodisk sett er det ikke etablert indekser for klassifisering av økologisk tilstand i vanntype «oksygenfattig fjord». I tillegg kan ikke parameteren «nedre voksegrense» beregnes fordi vandypet i undersøkelsesområdet er utilstrekkelig. Det er gjennomført kartlegging av ålegrasforekomster i tidligere undersøkelser i området, f.eks. i forbindelse med utbygging av lufthavna (Norconsult, 2018). Undersøkelsen er tatt med i 2020 for å gjøre en vurdering av om overvåking av dette kvalitetselementet bør videreføres eller ikke (etter utbygging/utfylling i sjø).

2.3.2 Økologisk tilstand elv

Det legges til grunn at undersøkelsen skal omfatte det, eller de, kvalitetselementene som vurderes som mest følsomme for den aktuelle påvirkningen (iht. Veileder 02/2018). Risiko for oksygensvikt (baneavisingsskjemikalier) er identifisert som en sentral påvirkningsfaktor, og bunndyr (ASPT-indeks) er vurdert som det mest følsomme kvalitetselementet.

Organismene som kvalitetselementet bygger på er knyttet til ferskvann. Imidlertid er aktuell del av Topdalselva sjøvannspåvirket. Episodisk eller kontinuerlig saltvannspåvirkning vil begrense utbredelsen av organismene i den grad at metoden ikke lenger kan brukes. Bunndyr vurderes derfor som uegnet i dette tilfellet, og heller ikke andre kvalitetselementer i elv er egnet for undersøkelse av økologisk tilstand av samme årsak.

2.3.3 Undersøkelse av utslippsrelevante kjemiske parametere

Resipientundersøkelsen inkluderer innsamling av sediment- og vannprøver nær kjente utslippspunkter, og kjemisk analyse av parametere relevante for utslippstillatelsen (avisningskjemikaliene glykol og formiat). Perfluorerte stoffer (PFAS) er også tatt med.

3 Feltarbeid

Feltarbeid er utført av COWI i samarbeid med Medins Havs och Vattenkonsulter AB (Medins). Vannprøver er innsamlet i regi av Avinor. Kjemiske analyser av vann og sediment er gjennomført av Eurofins AS. Medins og Eurofins er akkreditert etter NS EN ISO/IEC 17025.

Tidspunkt for gjennomføring av undersøkelsene er gitt i Tabell 2.

Tabell 2 Tidspunkt for utførelse av feltarbeidet.

Undersøkelse	Dato
Sediment	1.- 2. juni
Bløtbunnsfauna	2. juni
Ålegras (Medins)	18. september

3.1 Økologisk tilstand

Følgende undersøkelser ble utført:

- › Bløtbunnsfauna
 - › van Veen grabb: To stasjoner (Topdalsfjorden-indre og Ålefjærfjorden)
- › Ålegras
 - › dropkamera, ekkolodd: Sju transekter i Topdalsfjorden-indre

Lokalisering av prøvepunkter er gitt i Figur 4. GPS-koordinater er gitt i Bilag A.



Figur 4 Prøvetakningspunkter for bløtbunnsfauna (lilla sirkler) og sediment (blå trekanter) i Topdalsfjorden-indre, Ålefjærfjorden og Topdalselva. TOPE-S3 består av en blandprøve fra tre punkter.

3.1.1 Bløtbunnsfauna

Det ble samlet inn prøver fra to stasjoner; en i Ålefjærfjorden (BB1) og en i Topdalsfjorden-indre (BB3) (Figur 4). Stasjonene ligger i overgangen mellom de to vannforekomstene. BB1s plassering ble valgt for å fange opp en mulig påvirkning fra utløpet fra oljeutskiller tilknyttet nåværende brannøvingsfelt (BØF3, aktiv siden 2008). Plasseringen av BB3 ble valgt for å kunne fange opp en eventuell påvirkning av glykolholdig overvann som samles opp ved avisingsplattformen og ledes til Topdalsfjorden-indre.

Prøvene er tatt med en van Veen grabb (0,1 m²). Det ble samlet inn fire replikater på hver stasjon. Materialet ble sikket i felt og andelen >1mm preservert i etanol farget med Rosebengal.

Indeksene H', ES100, ISI, NSI og NQI1 er klassifisert enkeltvis og oppgitt som en samlet normalisert gjennomsnittlig økologisk kvalitetskvotient, nEQR (normalized ecological quality ratio), for hver stasjon. Registrerte arter på hver stasjon ble i tillegg delt inn i fem økologiske grupper (Tabell 3) ut ifra hvor følsomme eller tolerante de er overfor næringsstoffer og forurensning (Borja, 2000). Tilstedeværelse og fordelingen av arter og individer i disse gruppene gir informasjon om miljøtilstanden på stasjonen.

Tabell 3 Inndeling av marine arter i økologisk gruppe/toleranseklasse. Inndeling i fem økologiske grupper tilsvarer NSI-gruppe I-V (Norwegian Sensitivity Index) iht. Veileder 02/2018.

Inndeling (arter)	Økologisk gruppe	Beskrivelse
Følsomme	I	Arter med høy følsomhet for næringsstoffer og/eller forurensning
Indifferente	II	Arter som forekommer i områder med både lav og høy belastning av næringsstoffer og/eller forurensning (generalister)
Tolerante	III	Arter som forekommer ved normale forhold, som er tolerante og til dels kan dra nytte av høy belastning av næringsstoffer og/eller forurensning
Opportunistiske	IV	Arter som drar nytte av høy belastning av næringsstoffer og/eller forurensning
Forurensnings-indikerende	V	Arter som drar sterkt nytte av høy belastning av næringsstoffer og/eller forurensning

Tabell 4 Klassegrenser for bløtbunnsfauna i alle økoregioner jf. Veileder 02/2013 (rev. 2015).

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5.7-4.8	4.8-3	3-1.9	1.9-0.9	0.9-0
ES ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
SI ₂₀₁₂	Ømfintlighet	13-9.6	9.6-7.5	7.5-6.2	6.1-4.5	4.5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05

3.1.2 Støtteparametere bløtbunnsfauna

Det ble utført CTD-målinger av oksygen, salinitet og temperatur (SAIV SD208) gjennom vannsøylen ved hver bløtbunnstasjon før prøvetaking med grabb.

Det ble samlet inn en ekstra grabbprøve fra hver stasjon for kjemisk analyse. De kjemiske analysene er utført på sediment fra 0-2 cm.

Total organisk karbon (TOC) og oksygen er klassifisert etter Veileder 02/2018 (Tabell 5).

Tabell 5 Oksygen og TOC er klassifisert etter tilstandsklasser i Veileder 02/2018.

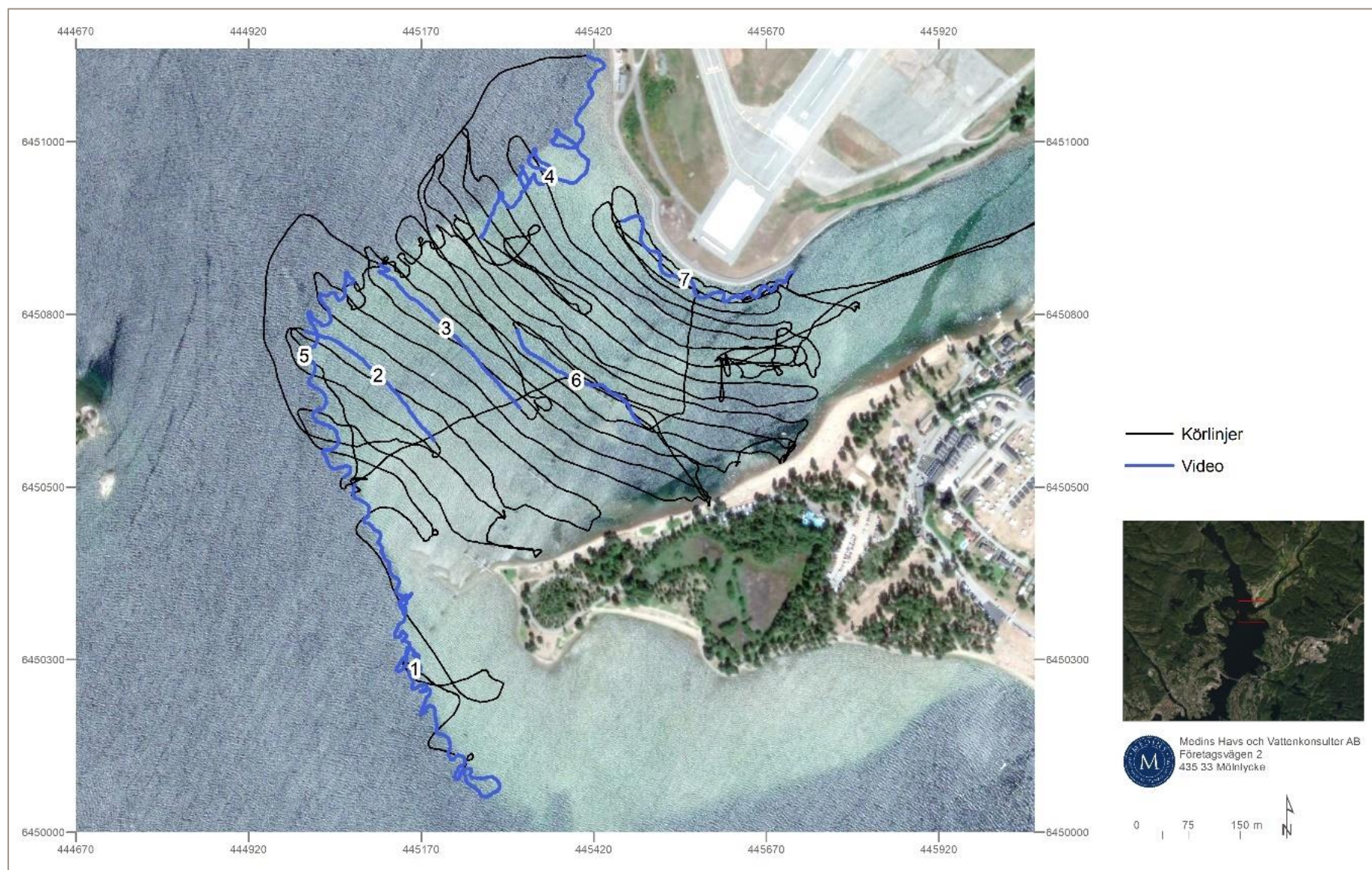
Parameter		Tilstandsklasse				
		Svært god (I)	God (II)	Mindre god (III)	Dårlig (IV)	Svært dårlig (V)
TOC₆₃	Organisk karbon (mg/g) korrigert for finstoff	0-20	20-27	27-34	34-41	41-200
Oksygen	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5

3.1.3 Ålegras

Undersøkelsen ble utført ved bruk av et nedsenkbart droppkamera og singelstråle ekkolodd (Lowrance HDS7), som ble operert fra liten båt. Kartoversikt er gitt i Figur 5. Datainnsamlingen ble etterfulgt av en tolkning av geoposisjonerte ekkolodata, der tegn på eksisterende bunnvegetasjon ble digitalisert.

Havbunnen ble filmet i syv transekter i området. Kamerasystemet besto av to kameraer; ett fast HD-kamera (GoPro HERO5) og ett SD-kamera, som kontinuerlig sendte video til en skjerm i båten. Basert på sanntidsvideoen, ble høyden på systemet over bunnen justert etter siktforhold. Kameraets vinkel mot bunnen var omtrent 30 grader.

Det ble samlet enkelte prøver for artsbestemmelse når visuell vurdering ikke var mulig.



Figur 5 Område for undersøkelse av ålegras. Svarte linjer er kjørelinjen hvor ekkoloddet ble brukt, blå linjer angir videokartlegging som besto av syv transekter.

3.2 Kjemisk parametere

Relevante kjemiske parametere er kartlagt nær kjente utslippspunkter, og i områder hvor det kan være fare for drenering av avisningskjemikalier via overflatevann til sjø:

- › Sediment: Prøvetaking av sediment ved totalt seks stasjoner; én i Ålefjærfjorden, to i Topdalsfjorden-indre og tre i Topdalselva.
- › Vann: Analyseresultater (glykol, formiat og PFAS) fra åtte stasjoner i Avinors miljøovervåkingsprogram er tatt med her (Avinor, 2015). Stasjonsfordeling: to i Ålefjærfjorden, tre i Topdalsfjorden-indre og tre i Topdalselva.

GPS-koordinater er oppgitt i Bilag A.

3.2.1 Sediment

Lokalisering av prøvepunkter er vist i Figur 4, og feltlogg i Bilag B.

Prøvene er tatt på fjære sjø fra overflatesedimentet (0-5 cm) innenfor et areal med omkrets på ca. 5 m. En oversikt over utførte kjemiske analyser er vist i Tabell 6.

Ved alle stasjonene ble det tatt kjerneprøver ved å føre et rør ned i sedimentet så langt som mulig, lage vakuum i toppen av røret, for så å trekke røret rett opp. Etter prøvetaking ble kjernen forsiktig skjøvet ut og delt i to for beskrivelse av endringer i farge, tekstur og lukt nedover i kjernen.

Tabell 6 Kjemiske analyser utført på prøver fra sedimentstasjonene.

Stasjon	Område	Formiat	Propylenglykol	PFAS	Alifater	TOC og kornstørrelse	Total nitrogen
TF-S1	Ålefjærfjorden			X	X	X	
TF-S2	Topdalsfjorden-indre	X	X			X	
TE-S1	Topdalselva	X	X		X	X	
TE-S2	Topdalselva	X	X	X		X	
TE-S3	Topdalselva	X	X	X		X	X
TE-S4	Topdalselva	X	X	X		X	X

Analyseresultatene er klassifisert etter M-608 rev. 2020, iht. grenseverdier i Tabell 7.

Tabell 7 Tilstandsklasser for sediment for stoffer som dette er etablert for (M-608 rev. 2020).

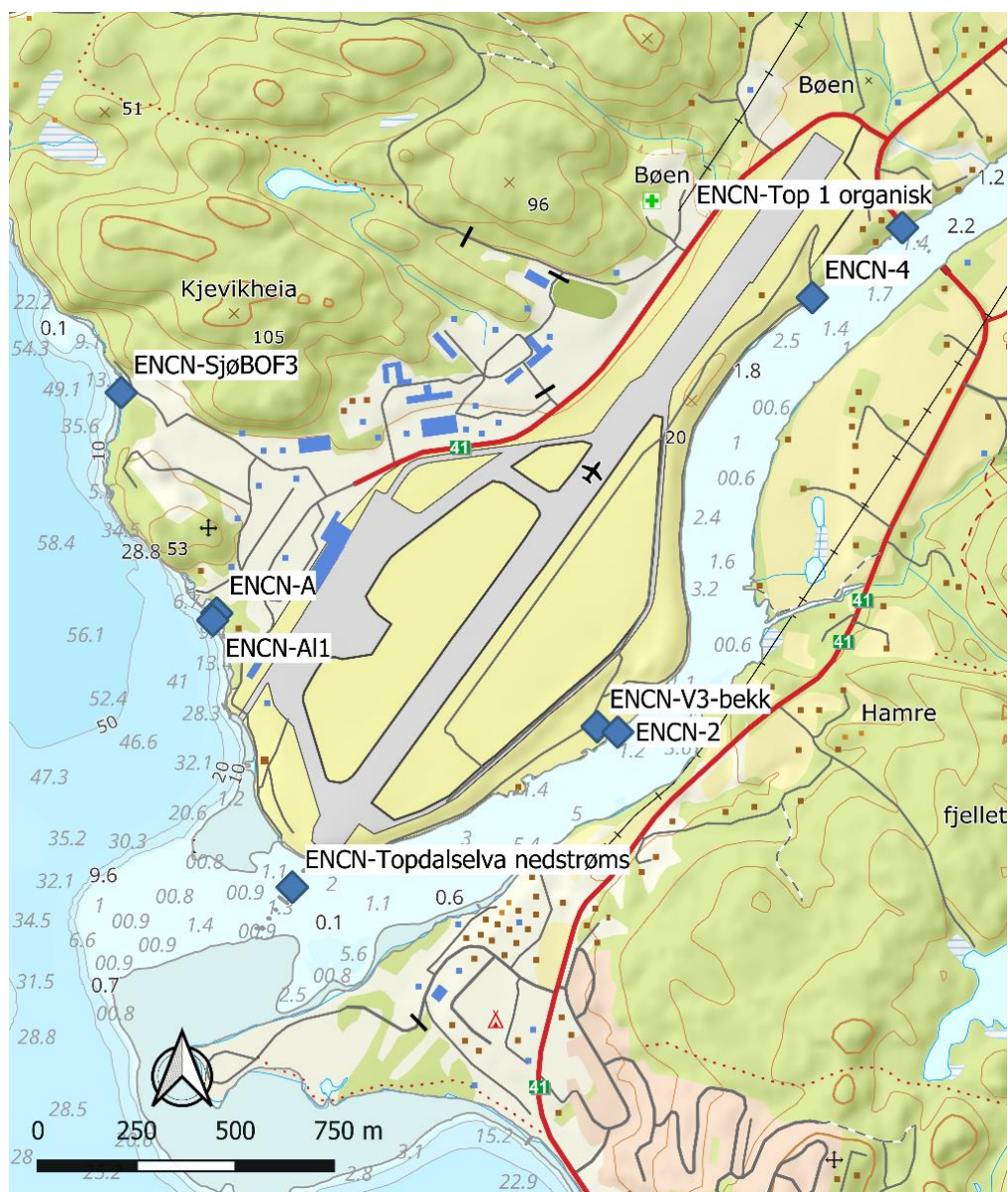
Parameter	Enhet	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
PFOA	ug/kg TS		0-71			
PFOS	ug/kg TS		0-0,23	0,23-72		

3.2.2 Vann

Vannprøvene ble tatt i overvannskummer/utslippsrør ved fem punkter, og i overflateresipient ved tre punkter (Tabell 8, Figur 6).

Tabell 8 Utvalgte prøvepunkter for vannkjemiske analyser fra Avinors Miljøovervåkingsprogram.

Stasjon	Beskrivelse
Sjø BØF3	I sjø nedstrøms BØF3
A	Overvann til Ålefjærfjorden
Ål1	I sjø på enden av brygga ved punkt A.
Top1-organisk	Ved bro rett oppstrøms lufthavna
4	Kulvert som fører vann fra nordligste del av rullebanen
V3-bekk	Bekk nedstrøms BØF2
2	I elv oppstrøms BØF2
Top-nedstr.	I sjø ved utløpet av Topdalselva



Figur 6 Utvalgte prøvepunkter for vannkjemiske analyser fra Avinors Miljøovervåkingsprogram.

Analyserte parametere, som det er utviklet klassegrenser for (PFOA og PFOS), klassifiseres iht. M-608/2016 rev. 2020 (Tabell 9).

Tabell 9 Klassifiseringstabell for stoffer som det er etablert tilstandsklasser for (M-608/16 rev 2020).

Parameter	Enhet	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
PFOA	µg/l		0-9,1			
PFOS (kystvann)	µg/l		0-0,00013	0,00013-7,2		
PFOS (ferskvann)	µg/l		0-0,00065	0,00065-36		

4 Resultater

4.1 Økologisk tilstand

Informasjon om de enkelte kvalitetsparametere og metodikk som er benyttet for fastsettelse av økologisk tilstand er beskrevet i kapittel 3.1.

4.1.1 Bløtbunnsfauna

Økologisk tilstand (nEQR) er beregnet iht. Veileder 02/2018. Beregnede indeksverdier for de ulike prøvereplikater fra hver stasjon er vist i Tabell 10. Økologisk tilstandsklasse er bestemt etter Veileder 02/2013 rev. 2015, gitt i Tabell 4 og vist i Tabell 11. Feltlogg og artslistene er vist i Bilag B og Bilag C. Prøvestasjonene er vist i Figur 4.

Tabell 10 Beregnede indekser, antall individer (abundans) og antall arter i hvert enkelt replikat fra TopF-BB1 (Ålefjærfjorden) og TopF-BB3 (Topdalsfjorden). Røde tall for ES100 og abundans indikerer at antallet individer er lavere enn 100.

Stasjon	Grabb	AMBI	ES100	H'	NSI	ISI2012	NQI1	Abundans	Antall arter
TopF-BB1	1	1,616	29	3,954	22,762	7,580	0,778	159	35
TopF-BB1	2	0,75	27	3,533	24,483	7,333	0,829	95	27
TopF-BB1	3	0,855	28	3,700	24,344	7,804	0,826	93	28
TopF-BB1	4	0,728	27	3,539	24,909	8,737	0,828	103	27
TopF-BB3	1	1,4	24	4,084	24,913	8,948	0,790	53	24
TopF-BB3	2	0,918	27	4,341	25,244	8,955	0,840	52	27
TopF-BB3	3	1,213	22	4,034	24,851	9,777	0,797	47	22
TopF-BB3	4	1,213	21	3,913	24,429	8,629	0,791	47	21

Tabell 11 Økologisk tilstandsklasse, nEQR, for stasjon TopF-BB1 (Ålefjærfjorden) og TopF-BB3 (Topdalsfjorden-indre) klassifisert etter Veileder 02/2013 rev. 2015. Økologisk tilstandsklasse er indikert med farge.

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

TopF-BB1		NQI1	H'	ES100	ISI2012	NSI	Gjennomsnitt nEQR
Vanntype S5	NQI1	0,82	3,68	27,74	7,86	24,12	
	nEQR	0,795	0,676	0,726	0,635	0,765	0,719

TopF-BB3		NQI1	H'	ES100	ISI2012	NSI	Gjennomsnitt nEQR
Vanntype S5	NQI1	0,8	4,09	23,5	9,08	24,86	
	nEQR	0,784	0,721	0,676	0,75	0,794	0,745

Ålefjærfjorden (TopF-BB1)

Stasjon TopF-BB1 har en variert artssammensetning, det er registrert 67 taksa i prøvene og en gjennomsnittlig tetthet på 1125 individer/m². Beregnede indekser gir tilstandsklasse «god» (Tabell 11). De 10 hyppigst forekommende taksa er gitt i Tabell 12.

De fleste artene tilhørte NSI-gruppe II, som er organismer som tolererer både lav og høy belastning av næringsstoffer og/eller forurensning, både når det gjelder antall taksa og antall individer. Flerbørstemarken *Magelona minuta* og dvergstjernemasken *Nephasoma minutum* er representanter for denne gruppen. Andelen tolerante arter (NSI-gruppe III) var noe lavere, der slangestjernen *Amphiura filiformis* dominerte. Omtrent 22 % av artene var følsomme (NSI-gruppe I). Amfipoden *Harpinia antennaria* og halekrepsen *Diastylis cornuta* dominerte i denne gruppen. Omtrent 10 % av artene tilhørte opportunistene (NSI-gruppe IV); dominert av muslingene *Corbula gibba* og *Thyasira sarsi*. Ingen forurensningsindikerende arter (NSI-gruppe V) ble påvist.

Tabell 12 Antall individer og kumulativ prosent for de ti mest forekommende taksa i bløtbunnsprøvene i TopF-BB1 (Ålefjærfjorden).

Station TopF-BB1	Antall	Kumulert (%)	%
<i>Magelona minuta</i>	76	17	17
<i>Nephasoma (Nephasoma) minutum</i>	75	34	17
<i>Amphiura filiformis</i>	57	46	13
Sipuncula	17	50	4
Edwardsiidae	17	54	4
<i>Corbula gibba</i>	15	57	3
<i>Thyasira sarsi</i>	13	60	3
<i>Harpinia antennaria</i>	12	63	3
Nemertea	10	65	2
<i>Cylichna cylindracea</i>	9	67	2

Topdalsfjorden-indre (TopF-BB3)

I prøvene fra TopF-BB3 ble det funnet totalt 53 taksa, og en gjennomsnittlig tetthet på 497 individer/m². Beregnede indekser gir tilstandsklassen «god» (Tabell 11).

De 14 hyppigst forekommende taksa er vist i Tabell 13. Hovedandelen var arter og individer som tilhørte NSI-gruppe II, som er organismer som forekommer både ved lav og høy belastning av næringsstoffer og/eller forurensende stoffer. Fra denne gruppen dominerte individuelt slangestjerne (*Amphiura chiajei*), sneglen *Cylichna cylindracea* og stjerneorm (*Nephasoma minutum*). Den nest vanligste gruppen bestod av sensitive arter (NSI-gruppe I, ca. 23 %) som generelt hadde et lavt antall individer per taksonomiske gruppe. Eksempler på disse er hestekoorm (*Phoronis* sp.), halekreps (*Diastylis cornuta*) og børstemarken *Glycera unicornis*. I en mindre andel forekom tolerante arter (NSI-gruppe III) dominert av slangestjernen *Amphiura filiformis*. Det laveste antallet taksa (7 %) tilhørte opportunistiske arter (NSI-gruppe IV). Eksempler på disse er muslingene *Corbula gibba* og *Thyasira sarsi*. Ingen forurensningsindikerende arter (NSI-gruppe V) ble påvist.

Tabell 13 Antall individer og kumulativ prosent for de 14 mest forekommende taksa i bløtbunnsprøvene i TopF-BB3 (Topdalsfjorden-indre).

Station TopF-BB3	Antall	Kumulert (%)	%
Ophiuridae	22	11	11
<i>Amphiura filiformis</i>	18	20	9
<i>Amphiura chiajei</i>	13	27	7
<i>Nephasoma (Nephasoma) minutum</i>	11	32	6
<i>Cylichna cylindracea</i>	11	38	6
Sipuncula	10	43	5
<i>Amphictene auricoma</i>	10	48	5
Maldanidae	8	52	4
<i>Corbula gibba</i>	5	54	3
<i>Thyasira sarsii</i>	5	57	3
<i>Diplocirrus glaucus</i>	5	59	3
Amphiuridae	5	62	3
<i>Chaetoderma nitidulum</i>	5	64	3
<i>Antalis</i> sp.	5	67	3

Geografisk ligger stasjonene nært hverandre ved hvert sitt potensielle kildeområde. Art- og individantall viser at miljøtilstanden ved stasjonene er relativt lik.

I en grabbprøve fra dyp > 10 m er antall arter normalt mellom 25 og 75, og antall individer mellom 50 og 300 (Veileder 02/2018). På de undersøkte stasjonene var antallet arter relativt lavt (21 og 22), men antallet individer var høyt (400-600). Dette indikerer at miljøet er svakt stresset.

Undersøkelsesområdet virker ikke å være påvirket av ferskvann, som vil kunne gi et visst stress i et grunt bløtbunnsfunn. Trenden i analyseresultatene - relativt få arter som forekommer i store mengder - tyder på at bløtbunnsfunnene er noe påvirket.

Det er ikke påvist forekomster av uvanlige, invaderende eller rødlistede arter (Artsdatabanken, 2015).

4.1.2 Støtteparametere bløtbunnsfauna

Total organisk karbon (TOC), kornfordeling og karbon/nitrogen (C/N)-forhold

Andelen finpartikulært materiale <63µm (silt og leire) var kun 32 % ved TOPF-BB1 (Ålefjærfjorden) og 56 % ved TOPF-BB3 (Topdalsfjorden-indre) Tabell 14.

TOC-innholdet i TOPF-BB1 var kun 0,3 % noe som er svært lavt. I TOPF-BB3 utgjorde TOC 1,5 %, noe som er relativt normalt for marine sedimenter. Resultatene for normalisert TOC viser at konsentrasjonene tilsvarer tilstandsklasse I (svært god) i TOPF-BB1, og tilstandsklasse II (god) for TOPF-BB3. Siden det er en viss usikkerhet rundt analyseresultatene for TOC i TOPF-BB1, og fordi konsentrasjonen av total N er under kvantifiseringsgrensen i TOPF-BB3, er ikke C/N-forholdet beregnet.

Tabell 14 Total organisk karbon (TOC) i bløtbunnstasjonene normalisert med hensyn på kornstørrelse og klassifisert iht. tilstandsklasser i Veileder 02/2018. Total nitrogen, og oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i bunnvannet (nederste måling) er også vist.

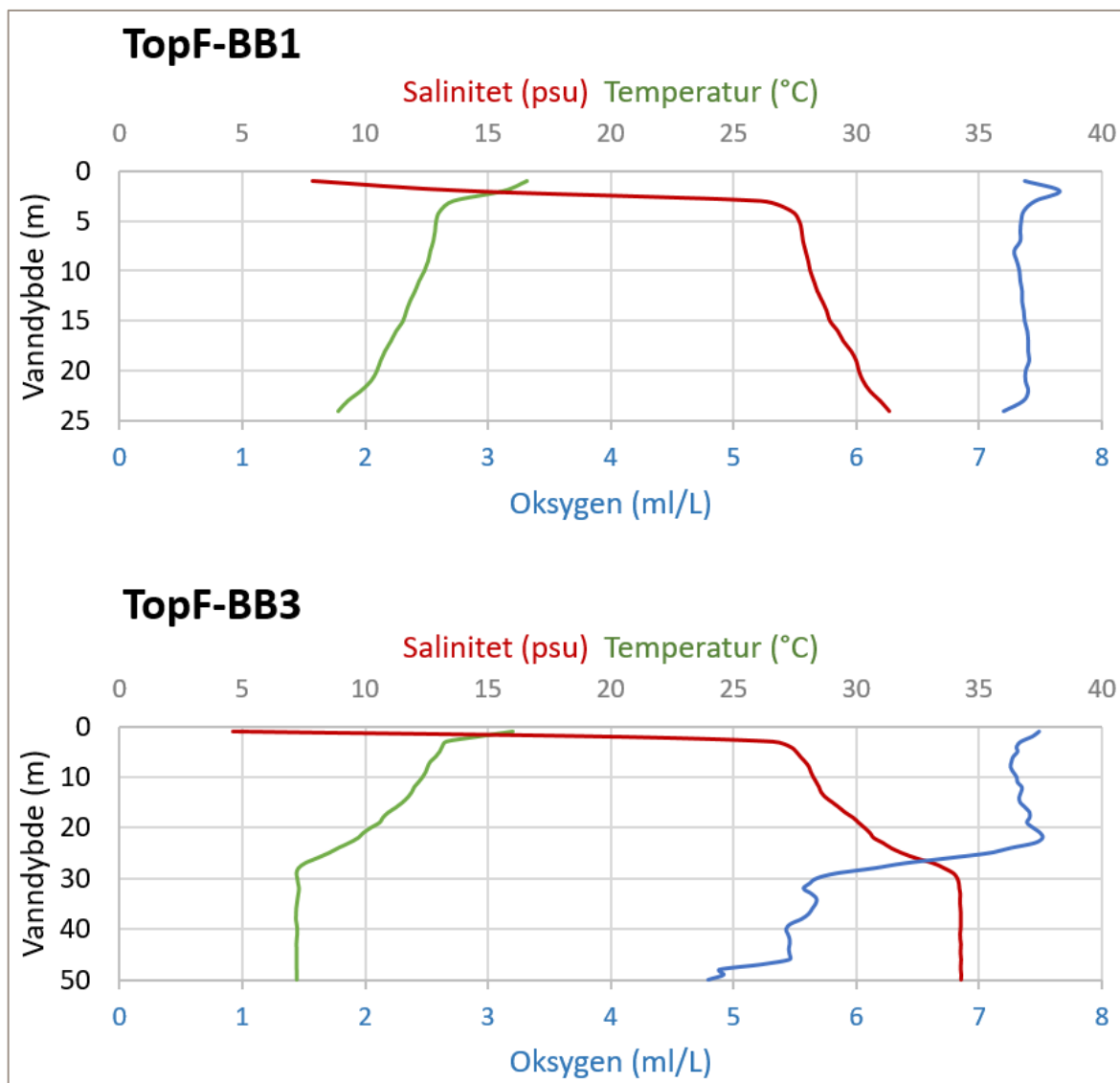
Stasjon	<63 µm	TOC	TOC	Normalisert TOC	Total N	O ₂
	%	mg/kg	%	mg/g	g/kg	ml/l
ENCN-TOPF-BB1 (Ålefjærfjorden)	31,7	2890	0,289	15,2	1,1	7,2
ENCN-TOPF-BB3 (Topdalsfjorden-indre)	55,9	15100	1,51	23,0	<0,5	4,8

CTD

Vertikalprofiler av salinitet (practical salinity units, psu), temperatur (°C) og oksygenkonsentrasjon (ml/l) er vist i Figur 7. Oksygenforholdene i bunnvannet tilsvarer tilstandsklasse I (svært god) i begge stasjoner (TOPF-BB1, Ålefjærfjorden og TOPF-BB3, Topdalsfjorden-indre).

Vannmassen ved stasjon BB1 i Ålefjærfjorden (0-20 m) har omtrent lik oksygenkonsentrasjon gjennom vannsøylen, og består av lavsalint vann i de øverste 2 meter (salinitet 5-25 psu). Under 5 m vandyp øker saliniteten raskt (fra ca 27 til 32 psu). Stasjonen ligger grunnere enn terskeldypet ved Kjevik (25 m), og har dermed relativt god vannutskiftning.

TOPF-BB3 i Topdalsfjorden-indre er plassert på 30 m dyp. CTD-profilet er tatt noe dypere (0-50 m) med litt større avstand fra land, for å forsøke å fange opp endringer i vannmassene. Profilet indikerer at vannmassene i øvre 20 m tilsvarer vannmassene ved BB1 (Ålefjærfjorden). Under 20 m vandyp er oksygenkonsentrasjonen og temperatur lavere og saliniteten høyere (sjøvann >34 psu).



Figur 7 Vertikalprofiler av oksygen, salinitet og temperatur i juni 2020 ved bløtbunnstasjonene i Ålefjærfjorden (øverst) og Topdalsfjorden-indre (nederst).

4.1.3 Ålegras

Rådata fra ålegrasundersøkelsen i Topdalsfjorden ved Topdalselvas utløp er gitt i Bilag D. Fotodokumentasjon i Bilag E.

Bunnssubstratet består for det meste av sand og silt i varierende mengder. I området nærmest rullebanen og rundt markeringer for denne i sjø, er det lagt fyllmasser av pukk og grus. Vanndybder varierte generelt mellom 0,5 og 4 m, men i enkelte områder langs den sørlige delen av rullebanen var dybden 5 m, og ved stranden sør i elvemunningsområdet 7 m. Elvemunningen ligger på et platå med bratte skråninger ned til 11 m, og deretter økende dybde med avstand fra land.

I områdene nærmest lufthavna er det hovedsakelig observert havgras (*Ruppia* sp.), med enkelte observasjoner av ålegras (*Zostera marina*) (Figur 8). Det ble observert en kombinasjon av ålegras og havgras i et smalt belte ca. 500 m fra rullebanen ytterst mot fjorden.

En stor del av vegetasjonen bestod av skruehavgras (*Ruppia cirrhosa*). Ålegras vokste tett innpå skruehavgrasengene, hovedsakelig i kantene på basisplatået, i form av en stripe med varierende

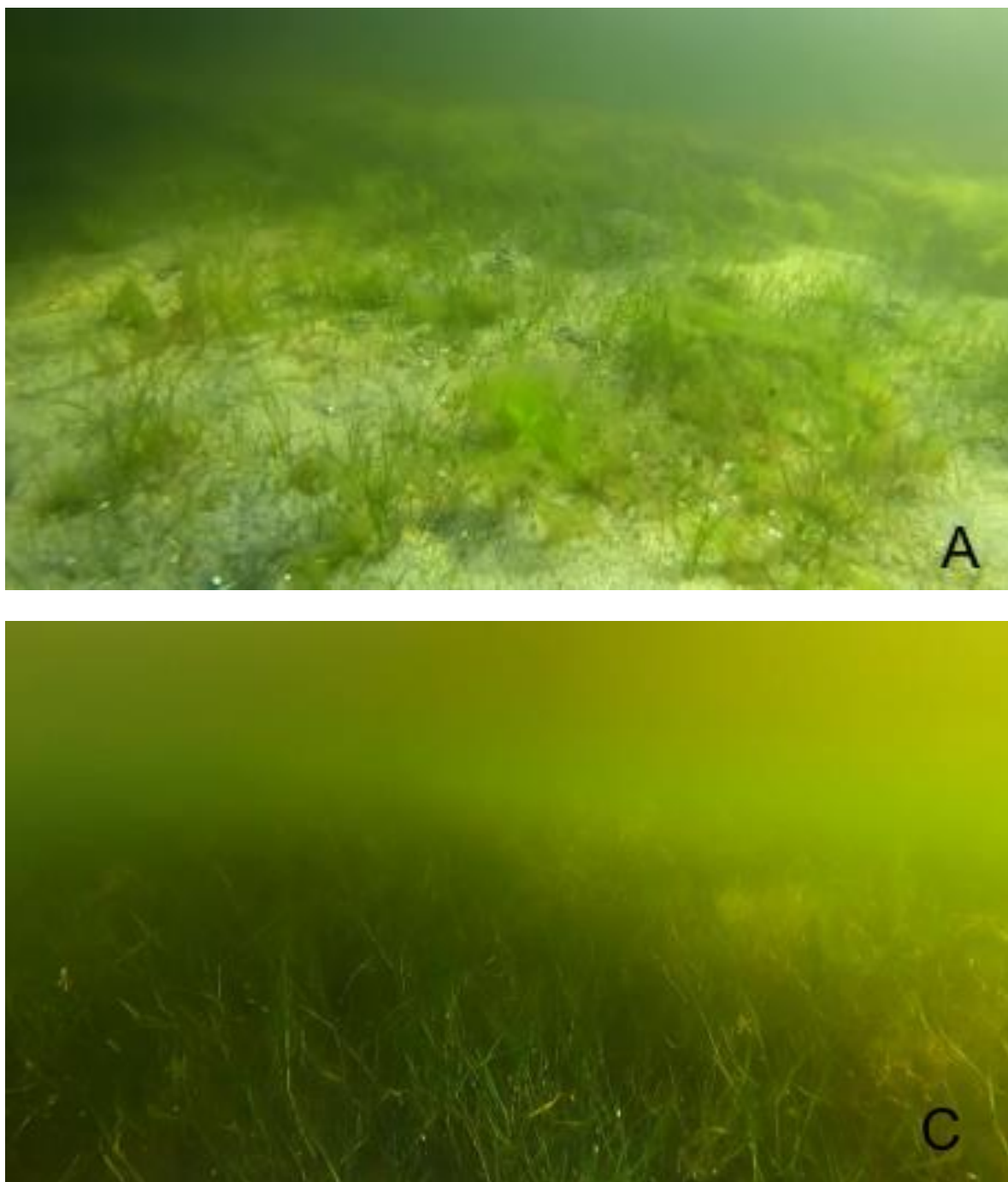
bredde. Forekomstene varierte mellom enkeltplanter og opp mot 25 % dekning. Midt i denne stripen ble det observert et område i nordvest med høye dekningsgrader (50-100 %). I nord, vest for rullebanen, ble det også påvist et areal med ålegras (ikke avmerket på vegetasjonskartet). Lokaliseringen av ålegras har sannsynligvis sammenheng med noe høyere salinitet lokalt.

Ytterlige ålegrasforekomster ble observert i midten av skruenhavgrasengen, med tetthet på 75-100 %. På stranden i den sørlige delen av området ble det påvist mindre forekomster av sivaks, sannsynligvis av arten nålesivaks (*Eleocharis acicularis*).



Figur 8 Kart over undervannsengene. De lysegrønne områdene markerer utbredelsen av skruenhavgras (*Ruppia* sp.), og mørkegrønne områder viser utbredelsen av ålegras (*Zostera marina*). Data er basert på kartlegging med vannkikkert og videokamera, samt analyse av ekkolodd-data.

Skruehavgrasengene er påvist med tetthetsgrad mellom 50 og 100 %. I de arealmessige mindre områdene med vanndyp <1 m, var forekomstene mer spredt og varierte mellom enkeltplanter og 25 % dekning (Figur 9).



Figur 9 I bilde A har skruhavgrasenga i forgrunnen tetthetsgrad på mellom 25 og 100 %, og i bilde C 100 %.

Fintrådige begroingsalger ble generelt påvist med høyest dekningsgrad i kantregionene, der både skruhavgras og ålegras ble observert med lavere tetthet (Figur 10). I de store, tette engene av skruhavgress og ålegras sentralt i undersøkelsesområdet, ble det observert få fintrådige begroingsalger. Andelen fintrådige begroingsalger på og blant ålgressplantene var mye lavere sammenlignet med skruhavgraset.



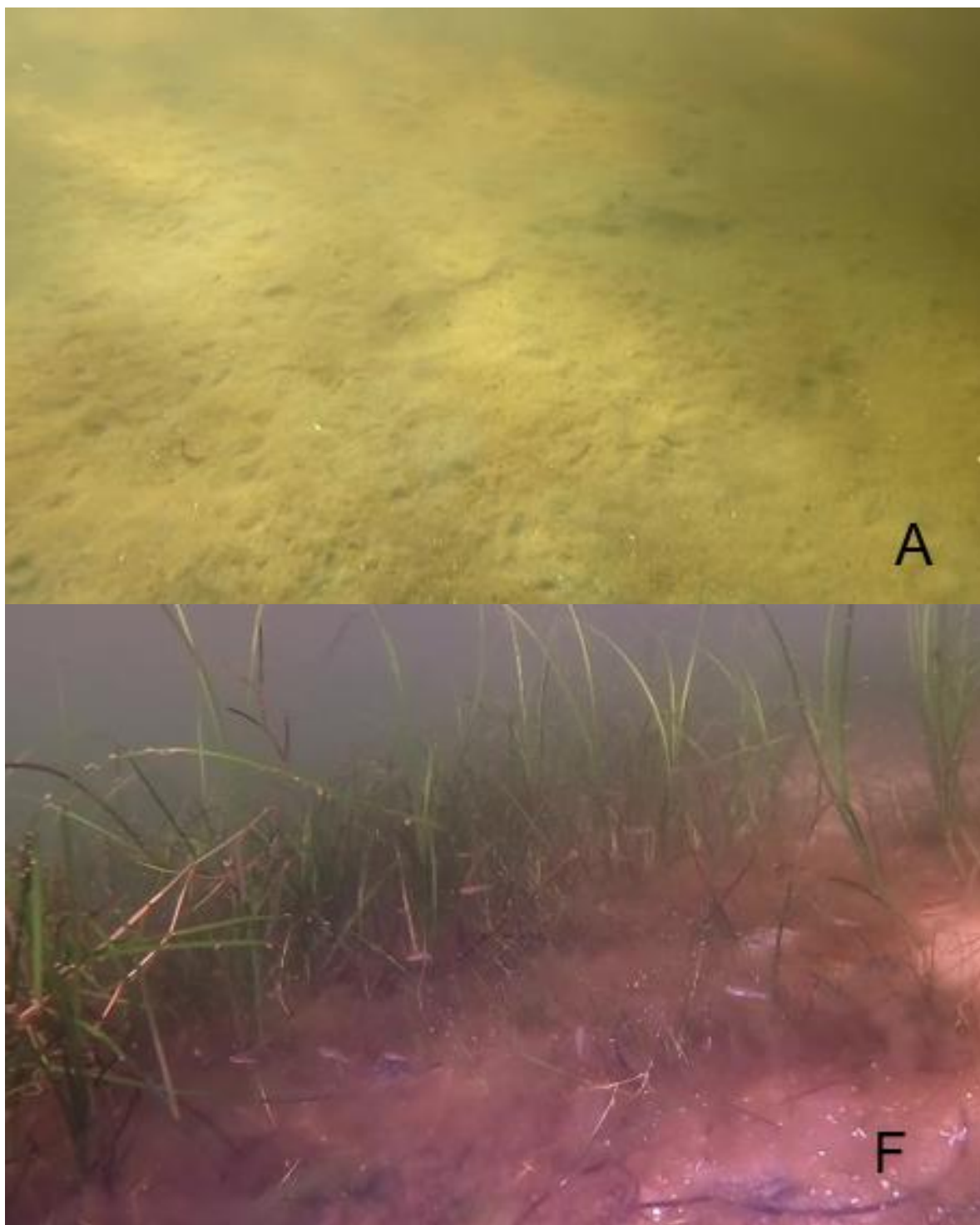
Figur 10 Fintrådige begoringsalger ble generelt påvist med høyest dekningsgrad i kantregionene.

I enkelte områder ved kantene på basisplatået ved elvemunningen ble det observert et hvitt belegget på bunnen (Figur 11). Belegget er trolig relatert til *Beggiatoa* sp., som er en svoveloksiderende bakterie. Trolig fasiliteres bakterieveksten av biologisk materiale som akkumulerer og brytes ned i den grunne elvemunningen, med påfølgende reduksjon i oksygenkonsentrasjonen.



Figur 11 Det hvite belegget er trolig relatert til Beggiatoa sp., som er en svoveloksiderende bakterie.

Under feltarbeidet ble flatfisk (*Pleuronectiformes*) i forskjellige størrelser hyppig observert. Det ble gjort enkeltobservasjoner av strandkrabbe (*Carcinus maenas*) og sjøstjerner (*Asterias rubens*), mens tilstedeværelsen av sandorm (*Arenicola marina*) var indikert av flere ekskrementhauger. Sedimentoverflaten viste også tegn på biologisk aktivitet. I utkanten av undersøkelsesområdet indikerer observasjonene høyt biologisk mangfold. Både blant og på skruehavgras- og ålegrasplantene ble det observert snegler (sannsynligvis tilhører familiene Hydrobiidae og Rissoidae), eremittkreps (Paguridae), vanlig sjøstjerner, krabbe (*Macropodia* sp.), tangkutling (*Gobiusculus flavescens*) samt andre kutlinger (*Gobiidae*) (Figur 12).



Figur 12 Sedimentoverflaten viste tegn på biologisk aktivitet (A). Tangkutling (*Gobiusculus flavescens*) samt andre kutlinger (*Gobiidae*) (F).

Sammenligning med tidligere undersøkelser og bruk av indeksen

Ålegraskartleggingen er en videreføring av tidligere undersøkelser (Norconsult, 2010; Norconsult, 2018).

Samlet viser kartleggingene at området domineres av skruerhavgras. Tettheten av ålegras varierte mellom enkeltplanter og overflater med 100 % dekningsgrad. Siste undersøkelse påviser at hav- og ålegrasene som tidligere er observert i området nærmest rullebanen, nå er svært redusert. Dette kan relateres til utfylling og mudring ifm. Avinors utbygging på Kjevik.

Begroing av fintrådige alger ble vurdert som lav til middels i 2010. Det tydelige mønsteret som er påvist i 2020 (mer begroing i utkant av undersøkelsesområdet enn i sentrale deler) er ikke omtalt. I undersøkelsen i 2017 er ikke dette elementet vurdert.

Blåskjell (*Mytilus edulis*) ble observert 2010 og 2017, men ikke i denne undersøkelsen.

4.2 Kjemiske parametere

4.2.1 Sediment

En oversikt over prøvestasjoner for sediment er gitt i Figur 4. Analyserapport med kvantifiseringsgrense (LOQ) og måleusikkerhet (MU) er gitt i Bilag F. Klassifisering av analyseresultatene er vist i Tabell 15.

Resultatene viser at formiat og propylenglykol ikke påvises i konsentrasjoner over kvantifiseringsgrensa. Alifater (>C12-C35) er påvist i Topdalselva, ved utslipp fra den sentrale og nordlige delen av rullebanen (S1).

PFOS er påvist over kvantifiseringsgrensa i tre av fire prøver, hvorav to prøver klassifiseres i tilstandsklasse III. Høyest konsentrasjon er påvist i Topdalselva nedtrøms de nedlagte brannøvingsfeltene (S2; 3,3 µg/kg). PFOA er ikke påvist over kvantifiseringsgrensa.

Tabell 15 Utvalgte analyseresultater fra sedimentstasjoner i fjæresonen ved Topdalsfjorden og Topdalselva. Klasseinndeling av PFOA og PFOS er utført etter M-608 rev. 2020. Grønn farge = tilstandsklasse II (god) og gul farge = tilstandsklasse III (moderat).

Parameter	Enhet	Ålefjær- fjorden	Topdals- fjorden indre	Topdalselva			
		ENCN- TF-S1	ENCN- TF-S2	ENCN- TE-S1	ENCN- TE-S2	ENCN- TE-S3	ENCN- TE-S4
Alifater>C8-10	mg/kg	<3,0		<3,0			
Alifater>C10-12	mg/kg	<5,0		<5,0			
Alifater>C12-C35	mg/kg	nd		22			
Formiat	mg/kg		<5	<5	<5	< 5	< 5
Propylenglykol	mg/kg				<2	< 2	< 2
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	<0,10			<0,10	<0,10	<0,10
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	µg/kg	0,099			3,3	<0,050	1,4
Perfluorundekansyre (PFUnA)	µg/kg	0,11					
Sum PFAS inkl. LOQ.	µg/kg	2,0			5,2	<2	3,3

Innholdet av total organisk karbon (TOC) (Tabell 16) er påvist i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse svært god (I) eller god (II) i fem av seks stasjoner. Ved stasjon TOPE-S3, som ligger nærmest rullebanen i sør, er tilstanden imidlertid klassifisert som moderat (III).

Tabell 16 Total organisk karbon (TOC) i sedimentprøver normalisert med hensyn på kornstørrelse og klassifisert iht. tilstandsklasser i Veileder 02/2018.

Stasjon	<63 µm	TOC	TOC	Normalisert TOC
	%	mg/kg	%	mg/g
ENCN-TOPF-S1	0,05	1360	0,136	19,4
ENCN-TOPF-S2	12	9410	0,941	25,3
ENCN-TOPE-S1	7,4	3410	0,341	20,1
ENCN-TOPE-S2	3,1	6920	0,692	24,4
ENCN-TOPE-S3	4	16000	1,6	33,3
ENCN-TOPE-S4	8,6	3390	0,339	19,8

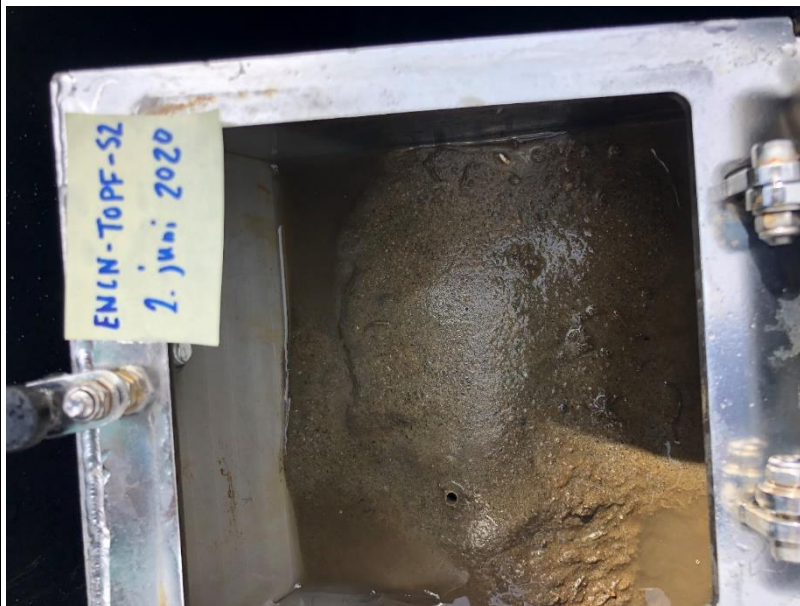
I tillegg til kjemisk analyse av sedimenter ble det utført en visuell beskrivelse av sediment i fjæresonen/sjø/elvebredd ved uttak av prøver med rør eller grabb. I Ålefjærfjorden er dette gjennomført nedstrøms nytt brannøvingsfelt (TOPF-S1) og i Topdalsfjorden-indre ved overvannsutslipp (TOPF-S2). I Topdalselva er det tatt ut kjerner ved kulvert som fører vann fra midtre del av rullebanen (S1), nedlagte brannøvingsfelt (S2), ved utslipp ved enden av rullebanen (S3) og ved kulvert ved rullebanens nordligste deler (S4). En beskrivelse av sedimentene er gitt i Tabell 17.

Tabell 17 Feltlogg sedimentprøver og kjerner tatt med rør eller grabb i fjæresonen (Ålefjærfjorden, Topdalsfjorden-indre) og elvebredden (Topdalselva).

TOPF-S1 (Ålefjærfjorden)	Ved utslippsrøret fra nytt brannøvingsfelt (BØF) er sedimentet homogen grå-brun finsand med svarte partikler. Med økende avstand fra røret er sanden grovere. Noen av prøvene rett ved siden av utslippet har mørke og lyse bånd. De mørke båndene har fine svarte partikler. Brent trebit funnet i sedimentet. Prøven er tatt med rør i bekk nedenfor utslippsrøret. Oransje sediment i nærområdet skyldes trolig jernutfelling.
	

TOPF-S2
(Topdalsfjorden-
indre)

Prøven er tatt med grabb. Sedimentet består av grå-brun silt, ingen lukt.
Levende kamskjell i grabben.



TOPE-S1
(Topdalsfjorden)

Prøven er tatt med rør innefor et areal på ca. 2x2 m. Nært utslippet består sedimentet av finkornet sand/silt, mørkt med noe organisk materiale. Med noe avstand fra utslippet karakteriseres sedimentet som grov brun sand med noen småsteiner.



TOPE-S2 (Topdalselva)	Prøven er tatt med rør og består av ca. 10 delprøver i sedimentet nedstrøms utslippet. Sedimentet består av homogen sand. Sedimentet er mer finkornet og brunt lenger inn mot utslippet og grovere med økende avstand ut mot Topdalselva. Det er noe mørkere i farge på toppen. Mye lukt i sedimentet og generelt i hele bekkeløpet.   
TOPE-S3 (Topdalsfjorden- indre)	Prøven er en blandprøve av tre delprøver (A-C) tatt med grabb på 2 m dybde ved enden av rullebanen. Prøve A består av grov sand, prøve B av sand-finsand med organisk material og prøve C av finsand.

TOPE-S4 (Topdalsfjorden- indre)	Prøven er tatt med rør. Sedimentet består av tydelige lyse og mørke lag. Mørkt sediment dypere enn 8 cm. Ingen lukt. Høy andel kvister/blader som er delvis nedbrutt.  
---------------------------------------	---

4.2.2 Vann

En oversikt over prøvestasjoner for vann fra overvannskummer/utslippsrør og overflateresipienter er vist i Tabell 8, og utvalgte analyseresultater i Tabell 18.

Resultatene av de kjemiske analysene påviser formiat ved stasjon A i Topdalsfjorden-indre i januar, og ved V3-bekk i Topdalselva i mars. Den høyeste konsentrasjonen er påvist ved målestasjon A (10,9 mg/l). Det er påvist propylenglykol ved stasjon A (230 µg/l) i september. Årsak til denne konsentrasjonen er ikke kjent, men ligger innenfor måleusikkerhet ved laboratoriet (25 %).

PFOA og PFOS er påvist i konsentrasjoner tilsvarende henholdvis tilstandsklasse II (god) og tilstandsklasse III (moderat) ved alle de fire prøvestasjonene. Den høyeste konsentrasjonene av sum PFAS ekskl. LOQ er påvist ved målepunkt V3 (4,3 µg/l), som får tilførsel av vann som drenerer fra nedlagte brannøvingsfelt (BØF) 1 og 2.

Tabell 18 Analyseresultater for vann i 2020. For formiat og propylenglykol er konsentrasjoner over LOQ uthevet. Klasseinndeling av PFOA og PFOS er utført etter M-608 rev. 2020. Grønn farge = tilstandsklasse II (god) og gul farge = tilstandsklasse III (moderat).

Stasjon	Parameter	Enhet	13.01	23.03	28.05	02.09
A (Topdalsfjorden- indre)	Total organisk karbon (TOC/NPOC)	mg/l	12	4,7	4,4	4,9
	Formiat	mg/l	10,9	<0,5	<0,5	<0,5
	Propylenglykol	µg/l	<200	<200	<200	230
	Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/l				0,02
	Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	µg/l				0,7
	Sum PFAS ekskl. LOQ	µg/l				0,960
Stasjon	Parameter	Enhet	13.01	23.03	28.05	02.09

V3-bekk (Topdalselva)	Total organisk karbon (TOC/NPOC)	mg/l	16	22	10	7,3
	Formiat	mg/l		4,76	<0,5	<0,5
	Propylenglykol	µg/l		<200	<200	<200
	Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/l			0,22	0,063
	Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	µg/l			8,50	3,70
	Sum PFAS ekskl. LOQ	µg/l			1,0	4,3
Stasjon	Parameter	Enhhet	13.01	23.03	28.05	02.09
4 (Topdalselva)	Total organisk karbon (TOC/NPOC)	mg/l	6,3	2,9	3,7	3,6
	Formiat	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Propylenglykol	µg/l	<200	<200	<200	<200
Stasjon	Parameter	Enhhet			28.05	02.09
2 (Topdalselva)	Total organisk karbon (TOC/NPOC)	mg/l			3,6	5,2
	Formiat	mg/l			<0,5	<0,5
	Propylenglykol	µg/l			<200	<200
Stasjon	Parameter	Enhhet		23.03		
Top 1 organisk (Topdalselva)	Total organisk karbon (TOC/NPOC)	µg/l		4,2		
	Formiat	mg/l		<0,5		
	Propylenglykol	µg/l		<200		
Stasjon	Parameter	Enhhet		23.03	28.05	02.09
Topdalselva nedstrøms (Topdalsfjorden- indre)	Total organisk karbon (TOC/NPOC)	mg/l		4,1		
	Formiat	mg/l		<0,5		
	Propylenglykol	µg/l		<200		
	Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/l			0,0003	0,0004 7
	Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	µg/l			0,0034	0,0057
	Sum PFAS ekskl. LOQ	µg/l			0,0053	0,018
Stasjon	Parameter	Enhhet		23.03		
Ål1 (Topdalsfjorden- indre)	Total organisk karbon (TOC/NPOC)	mg/l		4,1		
	Formiat	mg/l		<0,5		
	Propylenglykol	mg/l		<200		
Stasjon	Parameter	Enhhet			28.05	02.09
SjøBØF3 (Ålefjærfjorden)	Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/l			0,0027	0,0019
	Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	µg/l			0,0057	0,0048
	Sum PFAS ekskl. LOQ	µg/l			0,062	0,083

5 Oppsummering

Avinor AS har utslippstillatelse for bruk av fly- og baneavisingsskjemikalier ved Kristiansand lufthavn Kjevik. I pålegg fra Statsforvalteren i Agder fra 2019 er det stilt krav til gjennomføring av resipientundersøkelser i vannforekomstene ved lufthavna som oppfyller krav i vannforskriften. Resipientundersøkelsen som ble utført i 2020 har som formål å kartlegge om, og eventuelt i hvilken grad, utslipp fra lufthavn og brannøvingsfelt påvirker vannforekomstene Topdalselva, Topdalsfjorden-indre og Ålefjærfjorden.

Undersøkelsen omfatter kartlegging av økologisk tilstand i de marine vannforekomstene basert på bløtbunnsfauna med støtteelementer. I Topdalselva er det utført kartlegging av ålegras, men som følge av begrensninger i metodikk (manglende klassegrenser for vanntype), samt manglende dybder for bestemmelse av parameteren «nedre voksegrense», kan forekomsten ikke klassifiseres. Kvalitetslementer som normalt er tilgjengelige for å belyse responser på oksygensvikt i elv ble vurdert som uaktuelle. Denne vurderingen bygger på at Topdalselva er sjøvannspåvirket i undersøkelsesområdet.

Resultatene av analyser av bløtbunnsfauna fra to stasjoner, en ytterst i Ålefjærfjorden og en i Topdalsfjorden-indre viser god økologisk tilstand. De fleste artene er organismer som tolererer både lav og høy belastning av næringsstoffer og/eller forurensning, både når det gjelder antall taksa og antall individer (NSI-gruppe II). Ingen forurensningsindikerende arter (NSI-gruppe V) ble påvist. Trenden i analyseresultatene, der relativt få arter forekommer i store mengder, tyder på at bløtbunnsamfunnene er noe påvirket (stresset). Hva dette skyldes er ikke kjent, men begge vannforekomstene er registrert med moderat økologisk tilstand, så det er mulig at til tider dårlig vannutskiftning (reduert oksygenkonsentrasjon i bunnvann) og økt ferskvannspåvirkning kan være medvirkende faktorer.

Kartlegging av vannplanter i overgangen mellom Topdalselva og Topdalsfjorden-indre viser at en stor del av vegetasjonen bestod av skruhavgras. Ålegras vokste tett innpå skruhavgrasengene, hovedsakelig i kantene på basisplatået. Dette kan skyldes at skruhavgraset skjærer ålegraset fra den generelle partikkelstrømmen i elva. Ytterlige forekomster ble observert i midten av skruhavgrasenga, samt en mindre forekomst i nord, vest for rullebanen. På stranda i den sørlige delen av området ble det påvist mindre forekomster av sivaks, sannsynligvis av arten nålesivaks. Fintrådig begoringsalger ble generelt påvist med høyest dekningsgrad i kantregionene, der både skruhavgress og ålegras ble observert med lavere tetthet. I de store, tette engene av skruhavgras og ålegras sentralt i undersøkelsesområdet, ble det observert få fintrådig begoringsalger. Andelen fintrådig begoringsalger på og blant ålegrasplantene var mye lavere sammenlignet med skruhavgresset.

I enkelte områder ved kantene på basisplatået ved elvemunningen ble det observert et hvitt belegg på bunnen. Belegget er trolig relatert til *Beggiatoa* sp., som er en svoveloksiderende bakterie. Trolig fasiliteres bakterieveksten av biologisk materiale som akkumulerer og brytes ned i den grunne elvemunningen, med påfølgende reduksjon i oksygenkonsentrasjonen.

Under feltarbeidet ble flatfisk i forskjellige størrelser hyppig observert, og det ble gjort enkeltobservasjoner av strandkrabbe og sjøstjerner, mens tilstedeværelsen av sandorm var indikert av flere ekskrementhauger. Både blant og på skruhavgras og ålegrasplantene i utkanten av området ble det observert snegler, eremittkreppser, vanlig sjøstjerner, krabbe, tangkutling samt andre kutlinger.

Relevante kjemiske parametere er undersøkt i sediment i alle vannforekomstene, og resultater fra kjemiske analyser av vann fra utslippspunkt (Avinors miljøovervåkingsprogram) er innhentet.

Resultatene for kjemiske analyser av sediment viser at formiat og propylenglykol ikke forekommer i konsentrasjoner over kvantifiseringsgrensa. Ailfater (>C12-C35) er påvist i en stasjon (S1, Topdalselva). Ved to stasjoner i Topdalselva (nært nedlagte brannøvingsfelt) ble det påvist moderate konsentrasjoner (tilstandsklasse III) av perfluoroktylsulfonat (PFOS). Andelen total organisk karbon (TOC) i prøvene tilsvarte konsentrasjoner i tilstandsklasse I (svært god) eller II (god) i fem av seks stasjoner. Ved stasjonen nærmest enden av rullebanen, er tilstanden klassifisert som III (moderat).

Visuelle beskrivelser av sedimentene er basert på grabb eller kjerneprøver (rør.) Undersøkelsene indikerer at sedimentet er noe lokalt påvirket ved utslippspunktene som ligger øverst i fjæresonen eller inne på elvebredden (lukt, utfellinger).

Kjemiske analyser på vannprøver fra utvalgte stasjoner, påviser formiat ved to overvannstasjoner rett øst og vest for rullebanen, i henholdsvis januar og mars (høyeste konsentrasjon 10,9 mg/l). Propylenglykol ble påvist i stasjonen øst for rullebanen i september (230 µg/l). PFOA og PFOS er påvist i konsentrasjoner tilsvarende henholdsvis tilstandsklasse II (god) og tilstandsklasse III (moderat) ved alle de fire prøvestasjonene. Den høyeste konsentrasjonene av sum PFAS ekskl. LOQ er påvist i målepunktet som drenerer vann fra nedlagte BØF 1 og 2 (4,3 µg/l). For PFAS indikerer resultatene fortsatt aktiv spredning fra gamle kilder (brannøvingsfelt), men også spredning fra den nye feltet. Her er også perfluorundekansyre (PFUnA) påvist.

Generelt indikerer resipientundersøkelsen at bløtbunn påvirkes lite av tilførsel av avisingskjemikalier, og at nedbrytning av avisingskjemikalier i de undersøkte områdene var rask, eller også raskt fortynnet. Trolig brytes stoffene effektivt ned i vannsøylen som følge av god vannutskifting/oksygentilgang. Enkelte områder med utslipp på elvebredden og øverst i fjæresonen viser noen tegn til påvirkning (lukt, svarte sedimenter), eksempelvis områdene ved de nedlagte brannøvingsfeltene. En generell forlengelse av alle utslippsrør til dypere vann for å oppnå en enda mer effektiv fortynning, vil være et godt tiltak for å forbedre forholdene på kort sikt, og særlig med hensyn på å redusere risiko for påvirkning på lang sikt.

Med utgangspunkt i denne undersøkelsen anbefales det å videreføre analyser av bløtbunnsfauna (økologisk tilstand) og kartlegge relevante stoffer i sediment og vannprøver (tilsvarende Avinors MOV) (kjemiske undersøkelser). Gjentakende undersøkelser med samme metodikk og ved de samme stasjonene for å vurdere endringer over tid, sett i sammenheng med eventuelle kjente ytre faktorer, vurderes som velegnet. Frekvensen for undersøkelser av bløtbunnsfauna og sediment bør legges innenfor et intervall på 3-5 år.

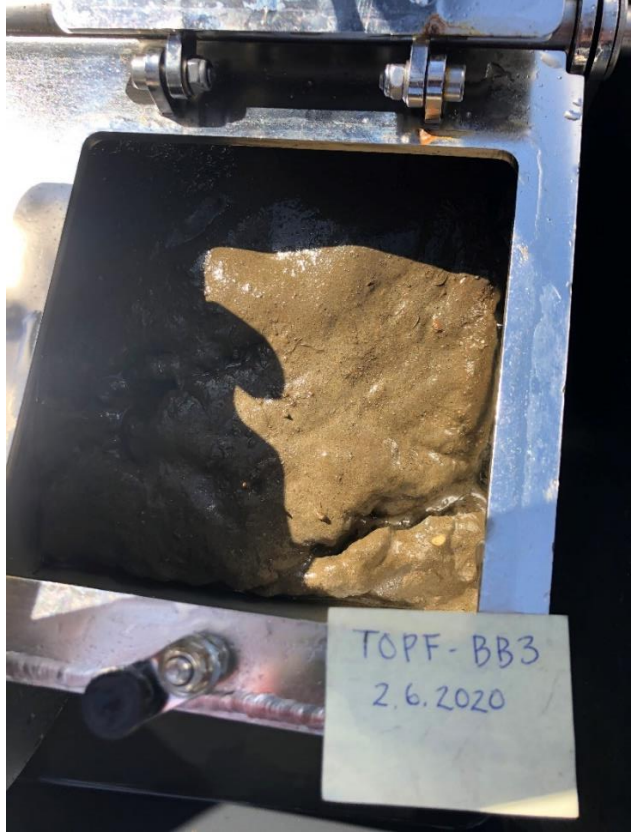
6 Referanser

- Artsdatabanken. 2015.** *Norsk rødliste for arter 2015. Versjon 1.2.* 2015.
- Avinor. 2015.** *Miljøovervåkningsprogram Kristiansand lufthavn Kjevik_versjon 0.4.* 2015.
- Borja, A m.fl. 2000.** *A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments.* s.l. : Marine Pollution Bulletin, 2000.
- M-608 rev 2020. 2020.** *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Rev. 30.10. 2020. Miljødirektoratet.* 2020.
- NIVA. 2003.** *Overvåking av Topdalsfjorden og Ålefjærfjorden, Kristiansand kommune, 2002-2003.* s.l. : Rapport LNR 4745-2003, 2003.
- Norconsult. 2018.** *Rv. 41 og rv. 451 Timenes Kjevik. Miljøundersøkelse i sjø og elv. Vedlegg til detaljreguleringsplan. Høringsutgave. PlanID 1463.* 2018.
- . **2010.** *Utbygging av Kristiansand lufthavn. Biologisk kartlegging i elv og sjø.* 2010.
- Salo m.fl. 2014.** *Population specific salinity tolerance in eelgrass (Zostera marina).* 2014. ss. 425-429.
- Vann-nett. 10.1.2020.** <https://vann-nett.no/portal/>. [Internett] 10.1.2020.
- . **2020.** *Vann-nett. NVE.* 2020.
- Veileder 02/2018. 2018.** *Klassifisering av miljøtilstand i vann - Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. 221 sider + 139 sider vedlegg. Miljødirektoratet.* 2018.

Bilag A Koordinater - sediment og bløtbunnsfauna

Undersøkelse	Stasjon	Koordinat (UTM32)	
		Ø	N
Bbløtbunnsfauna	ENCN-TOPF-BB1	445093	316635
	ENCN-TOPF-BB3	445254.9	6451488.93
Sediment	ENCN-TOPE-S1	446556.91	6451988,94
	ENCN-TOPE-S2	446327.77	6451201.45
	ENCN-TOPE-S3a	445705.8	6450854.71
	ENCN-TOPE-S3b	445606.38	6450824.89
	ENCN-TOPE-S3c	445516.88	6450875.12
	ENCN-TOPE-S4	446855.35	6452327.88
	ENCN-TOPF-S1	445105.31	6452075.6
	ENCN-TOPF-S2	445254.9	6451488.93
Vann	ENCN-A	445666	6451234
	ENCN-V3-bekk	446306	6451233
	ENCN-4	446850	6452318
	ENCN-2	446358	6451219
	ENCN-Top 1 organisk	446880	6452347
	ENCN-Topdalselva nedstrøms	445535	6450827
	ENCN-Ål1	445334	6451502
	SjøBØF3	445102,6	6452078,1

Bilag B Bløtbunnsfauna - feltlogg

ENCN-TOPF-BB1 (Ålefjærfjorden)	
Antall replikater: 4, flere bomskudd	
Prøvetakingsdato: 2.6.2020	
Vanndyp: 20 m	
Beskrivelse sediment: Tynt brunt lag på overflaten, grå under. Silt. Ingen lukt. Organismer: Børstemark med og uten rør, slangestjerner, sjømus, sjøpølse Annet: Mange skjellfragmenter, blader	
ENCN-TOPF-BB3 (Tøpalsfjorden-indre)	
Antall replikater: 4, flere bomskudd	
Prøvetakingsdato: 2.6.2020	
Vanndyp: 30 m	
Beskrivelse sediment: Mørk leire, litt sand. Ingen lukt. Organismer: Børstemark med og uten rør, slangestjerner, sjømus Annet: Små skjell og skjellfragmenter, tre og blader, stein	

Bilag C Bløtbunnsfauna - artsliste (Medins)

Stationsnamn: TopF-BB1		  PROVNINGSRAPPORT utfärdad av ackrediterat provningslaboratorium TEST REPORT issued by an Accredited Testing Laboratory 1646 ISO/IEC 17025				
Stationsnummer: TopF-BB1						
Determinator: Magnus Axelsson						
Metodik: NS-EN ISO 16665			Stationskoord (N):		58,2062	
Provdatum: 2020-06-02			Stationskoord (E):		8,064367	
Artnamn		Delprov	1	2	3	4
		Antal individer				
BIVALVIA, musslor	Abra nitida		4			
BIVALVIA, musslor	Corbula gibba		7	2	2	4
BIVALVIA, musslor	Ennucula tenuis		3			
BIVALVIA, musslor	Nucula nitidosa				1	
BIVALVIA, musslor	Parathyasira equalis		2			
BIVALVIA, musslor	Parvicardium minimum					2
BIVALVIA, musslor	Thyasira sarsii		6	3	2	2
BIVALVIA, musslor	Thyasira sp.		1	1	1	
CAUDOFOVEATA, gälmaskmollusker	Chaetoderma nitidulum		2			
CHORDATA, ryggsträngsdjur	Ascidacea					1
CNIDARIA, nässeldjur	Cerianthus lloydii			2		1
CNIDARIA, nässeldjur	Edwardsiidae			1	9	7
CRUSTACEA, kräftdjur	Ampelisca tenuicornis					1
CRUSTACEA, kräftdjur	Callinassa subterranea				1	2
CRUSTACEA, kräftdjur	Diastylis cornuta		5			
CRUSTACEA, kräftdjur	Diastylis sp.		1			
CRUSTACEA, kräftdjur	Ebalia cranchii			1	1	
CRUSTACEA, kräftdjur	Eudorella emarginata			1	2	2
CRUSTACEA, kräftdjur	Eudorella truncatula			1		
CRUSTACEA, kräftdjur	Harpinia antennaria		12			
CRUSTACEA, kräftdjur	Leucothoe lilljeborgii					1
CRUSTACEA, kräftdjur	Ostracoda		1			
ECHINODERMATA, tagghudingar	Amphiura filiformis		57			
ECHINODERMATA, tagghudingar	Amphiuridae		4			
ECHINODERMATA, tagghudingar	Cucumariidae			1		
ECHINODERMATA, tagghudingar	Echinocardium cordatum			1		2
ECHINODERMATA, tagghudingar	Echinocardium flavescens		1			
ECHINODERMATA, tagghudingar	Labidoplax buskii			1		
ECHINODERMATA, tagghudingar	Ophiuridae				1	
GASTROPODA, snäckor	Cylichna cylindracea		5	2	1	1
GASTROPODA, snäckor	Pyrgiscus crenatus				1	
GASTROPODA, snäckor	Tritia nitida			1	1	
NEMERTEA, slemmaskar	Nemertea		1	3	4	2
PHORONIDA, hästskomaskar	Phoronis cf. muelleri		1			
PHORONIDA, hästskomaskar	Phoronis sp.				1	2
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Amphictene auricoma		4		1	2
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Anobothrus gracilis		1			
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Chaetozone setosa		2			
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Cirratulidae		3			
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Clymenella sp.			2		1
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Diplocirrus glaucus		5	2		
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Gattyana cirrhosa					1
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Glycera alba		1	3	1	
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Glycera lapidum			1	1	
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Glycera sp.		1	2	1	
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Goniada maculata			3	1	2

POLYCHAETA, havsborstmaskar	Lagis koreni	3	1	1
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Magelona minuta		25	24
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Maldane sarsi	2		
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Maldanidae	2		1
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Nephtys incisa		1	1
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Ophelina sp.		1	
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Oweniidae	3		
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Paramphinome jeffreysii	1		
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Paraonidae		3	
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Pectinaria sp.	1		
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Pholoe baltica	8	1	
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Phyllodoce sp.		1	1
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Scalibregma inflatum	3		
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Scoletoma fragilis	3	1	
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Sphaerodorum gracilis	2		
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Spionidae		1	1
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Spiophanes kroyeri	2		
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Terebellidae			1
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Terebellides stroemii	1	2	
SIPUNCULA, stjärnmaskar	Nephasoma (Nephasoma) minutum		28	19
SIPUNCULA, stjärnmaskar	Sipuncula		3	8
			6	

Laboratorium ackrediteras av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) enligt svensk lag. Den ackrediterade verksamheten vid laboratorierna uppfyller kraven i SS-EN ISO/IEC 17025 (2005). Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratoriumi förväg godkänt annat.

Stationsnamn: TopF-BB3
Stationsnummer: TopF-BB3
Determinator: Magnus Axelsson
Metodik: NS-EN ISO 16665
Provdatum: 2020-06-02



PROVNINGSRAPPORT
utfärdad av ackrediterat provningslaboratorium
TEST REPORT issued by an Accredited Testing Laboratory

Stationskoord (N): 58,200667
Stationskoord (E): 8,068717

Artnamn	Delprov	1	2	3	4
		Antal individer			
BIVALVIA, musslor	Corbula gibba	2	1	2	
BIVALVIA, musslor	Dosinia lupinus				1
BIVALVIA, musslor	Ennucula tenuis	3	1		
BIVALVIA, musslor	Hiatella arctica		1		
BIVALVIA, musslor	Macoma sp.		2		
BIVALVIA, musslor	Nucula nitidosa		1		
BIVALVIA, musslor	Nucula sp.		1		
BIVALVIA, musslor	Thyasira sarsii	2	1	1	1
BIVALVIA, musslor	Thyasira sp.			1	
CAUDOFOVEATA, gälmaskmollusker	Chaetoderma nitidulum	2		2	1
CNIDARIA, nässeldjur	Edwardsiidae		2		
CRUSTACEA, kräftdjur	Diastylis cornuta				3
CRUSTACEA, kräftdjur	Ebalia cranchii				2
CRUSTACEA, kräftdjur	Ostracoda	4			
CRUSTACEA, kräftdjur	Tanaopsis graciloides				2
CRUSTACEA, kräftdjur	Westwoodilla caecula			1	
ECHINODERMATA, tagghudingar	Amphiura chiajei	13			
ECHINODERMATA, tagghudingar	Amphiura filiformis	2	2	3	11
ECHINODERMATA, tagghudingar	Amphiuridae	3		2	
ECHINODERMATA, tagghudingar	Astropecten irregularis			1	
ECHINODERMATA, tagghudingar	Brissopsis lyrifera	1			
ECHINODERMATA, tagghudingar	Echinocardium cordatum		1	1	
ECHINODERMATA, tagghudingar	Ophiuridae		7	10	5
GASTROPODA, snäckor	Antalis sp.		1	2	2
GASTROPODA, snäckor	Cylindna cylindracea	1	6	1	3
GASTROPODA, snäckor	Philine aperta		2		2
NEMERTEA, slemmaskar	Nemertea				1
PHORONIDA, hästskomaskar	Phoronis sp.		1	3	
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Amphitene auricoma	1	4	4	1
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Anobothrus gracilis				1
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Cirratulidae	1			
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Clymenella sp.		1		
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Diplocirrus glaucus	3	2		
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Glycera sp.		1		1
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Glycera unicornis	1	1		
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Goniada maculata		1		1
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Hyalinoecia tubicola			1	
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Lumbrineridae	1			
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Maldanidae	2	1	1	4
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Nephtys hombergii				1
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Paradoneis sp.			1	
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Paraonidae		1		
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Pholoe baltica	1	1		
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Pista cristata			1	
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Polynoidae		1		
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Rhodine gracilior	1			

POLYCHAETA, havsborstmaskar	Rhodine sp.	1			
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Scalibregma inflatum	1	1		
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Scoletoma fragilis	1		1	
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Spiophanes sp.		1		
POLYCHAETA, havsborstmaskar	Terebellidae	3			
SIPUNCULA, stjärnmaskar	Nephasoma (Nephasoma) minutum	1	6	3	1
SIPUNCULA, stjärnmaskar	Sipuncula	2	2	4	2

Laboratorium ackrediteras av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) enligt svensk lag. Den ackrediterade verksamheten vid laboratorierna uppfyller kraven i SS-EN ISO/IEC 17025 (2005). Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratoriumi förväg godkänt annat.

Bilag D Ålegras – rådata (Medins)

WGS84 DD lat	WGS84 DD long	Djup (m)	Substrat	Nating (%)	Ålgräs (%)	Påvåxt alger %	Kommentar
58,19606	8,072182	0,4					
58,19526	8,075628	4,8					
58,19507	8,076	3,7					
58,195	8,07542	4,7					
58,19501	8,075055	4,9					
58,19508	8,074118	3,4					
58,19606	8,072145	0,6		x			start
58,19625	8,071965	0,3					stopp
58,1961	8,071435	0,4		x			
58,19518	8,073262	4					
58,19513	8,07355	3,8					
58,19506	8,073877	4,2					
58,19501	8,074135	5					
58,19487	8,075777	4					
58,19478	8,074362	4,8					
58,19551	8,07184	2,6					
58,19502	8,072413	2		x			
58,19457	8,074547	3		x			
58,19433	8,0756	0,9		x			start
58,1944	8,075128	0,9		x			stopp
58,19437	8,075768	0,7		x			
58,19435	8,07512	0,7		x			stopp
58,19509	8,070868	1		x			
58,19495	8,071313	1		x			
58,19442	8,072618	1,4		x			start
58,19439	8,072797	1		x			stopp
58,19423	8,073502	0,7		x			start
58,19411	8,074453	0,6		x			stopp
58,19401	8,073628	0,6		x			start
58,19424	8,072267	0,6		x			stopp
58,19483	8,070733	0,5		x			
58,19514	8,070068	1					
58,19514	8,07007	0,7		x			start
58,19487	8,070307	1,1		x			stopp
58,19395	8,072985	0,6		x			start
58,1939	8,073335	0,6		x			stopp
58,19393	8,072005	0,8		x			start
58,19404	8,07158	1		x			stopp
58,19491	8,069422	1		x			start
58,19524	8,068685	0,6		x			stopp
58,1952	8,06808	0,7		x			start
58,1945	8,0696	1,4		x			stopp
58,19397	8,070983	0,7					start
58,19394	8,071057	0,7					stopp
58,19349	8,072813	2,5					
58,19347	8,07294	2,5					
58,19322	8,075172	2,1		x			

WGS84 DD lat	WGS84 DD long	Djup (m)	Substrat	Nating (%)	Ålgräs (%)	Påvåxt alger %	Kommentar
58,19317	8,075942	1		x			start
58,19314	8,076035	0,9		x			stopp
58,19306	8,076122						
58,19323	8,0766	0,9		x			
58,19314	8,0736						start
58,19315	8,073485	0,7					
58,19395	8,070168	1,3					stopp
58,19434	8,069333	0,8					start
58,19528	8,06703	0,6					stopp
58,19527	8,066228	0,9					start
58,19392	8,069713	0,7					stopp
58,19259	8,07419	0,8					
58,1926	8,074002	0,6					strand
58,19257	8,073185	0,6					start
58,19259	8,073055						stopp
58,19401	8,068613	0,7					start
58,19514	8,065412	1,2					stopp
58,19481	8,065268	1					start
58,19378	8,068302	0,7					
58,19374	8,067402	0,7					start
58,19415	8,065905	1,2					stopp
58,194	8,065367	0,8					start
58,19386	8,065757	0,8					stopp
58,19374	8,066057	0,8					start
58,19344	8,066997	0,8					stopp
58,19215	8,068105	0,7					start
58,19326	8,06601	0,4					stopp
58,1936	8,065045	0,3					
58,1892	8,068438	2,4	mjukbotten, sand		5 -- 25		Film 1, start
58,18905	8,068447	4,1	mjukbotten, sand		1--5		
58,18876	8,069204	0,8	mjukbotten, sand				
58,18902	8,068393	3			5--25		
58,18917	8,068141	2			5--25		
58,18949	8,067942	0,8			5--10		
58,18965	8,067753	0,8			5--10		
58,18985	8,067519	1,3			25--50		
58,18998	8,06751	0,8			1--5		
58,19006	8,067365	1,3			5--25		
58,19011	8,067275	2,9			5		
58,19035	8,067284	1			5		
58,19036	8,067185	0,8			5--20		
58,19043	8,067176	1,5			1--5		
58,19055	8,066987	1,5			1--5		
58,19071	8,066906	1,3			5--25		
58,19083	8,066906	1			5--25		
58,19095	8,066861	2,2			1--5		
58,19128	8,066906						

WGS84 DD lat	WGS84 DD long	Djup (m)	Substrat	Nating (%)	Ålgräs (%)	Påvåxt alger %	Kommentar
58,19116	8,066942	0,7			1--5		
58,19114	8,066843	1,1			1--5		
58,19179	8,066419	2,8			-		
58,19188	8,066338	2,6			1		
58,19199	8,066257	1,3			5		
58,19223	8,065995	1,1			1		
58,1923	8,065941	0,9		x			
58,19274	8,065689	2,8			1--5		Film 1, stopp
58,19472	8,064418	3,4			0		Film 2, start
58,1947	8,064535	3,1			1		
58,19468	8,064688	1,6			1		
58,19464	8,064878	1,3		50--75			
58,19462	8,065049	1,4					slut ruppia
58,19457	8,065256	1,2		1--5			
58,19453	8,065346	1,2					slut ruppia
58,19442	8,065662	1,3	grus				
58,19435	8,065842	1,2	grus	50--75			
58,19433	8,065869	1	grus				slut ruppia
58,19423	8,066067	1,4		75--100		5--10	
58,19398	8,066572	0,9	mjukbotten, sand	75--100		5--10	
58,19372	8,066987	0,9		100			
58,1936	8,06714	0,8		25--50			
58,19352	8,067257	0,8		50--75			
58,1935	8,067302	0,9					
58,19333	8,0676	0,6	sand				Film 2, stopp
58,1956	8,066221	0,1					Film 3, start
58,1955	8,066212	1,3			50--75		liten yta
58,19551	8,066212	1,2		50--75	1--5		
58,19546	8,066338	1,3		1			
58,19543	8,066437	1,2			5		
58,19543	8,066482	1,1	mjukbotten				
58,19531	8,066707	1		75--100		5	
58,19516	8,06705	0,8		75--100		5	
58,1949	8,067636	0,9		75--100		5	
58,19452	8,068411	1,2		1--5			
58,19448	8,068474	1,3			75--100		
58,1941	8,069141	1,1			75--100		
58,19385	8,069565	0,9		25--50			
58,19377	8,069691	0,7	grus	1--5			Film 3, stopp
58,19835	8,071295	6,2					Film 4, start
58,19833	8,071349	3					
58,19797	8,071304	1,9	mjukbotten		1--5		
58,19767	8,071115	3,3	mjukbotten				
58,19756	8,070998	3,8	sand				
58,19737	8,071169	0,7	sand, grus				
58,19722	8,070926	1	mjukbotten, sand				
58,19681	8,071223	0,6	mjukbotten, sand				

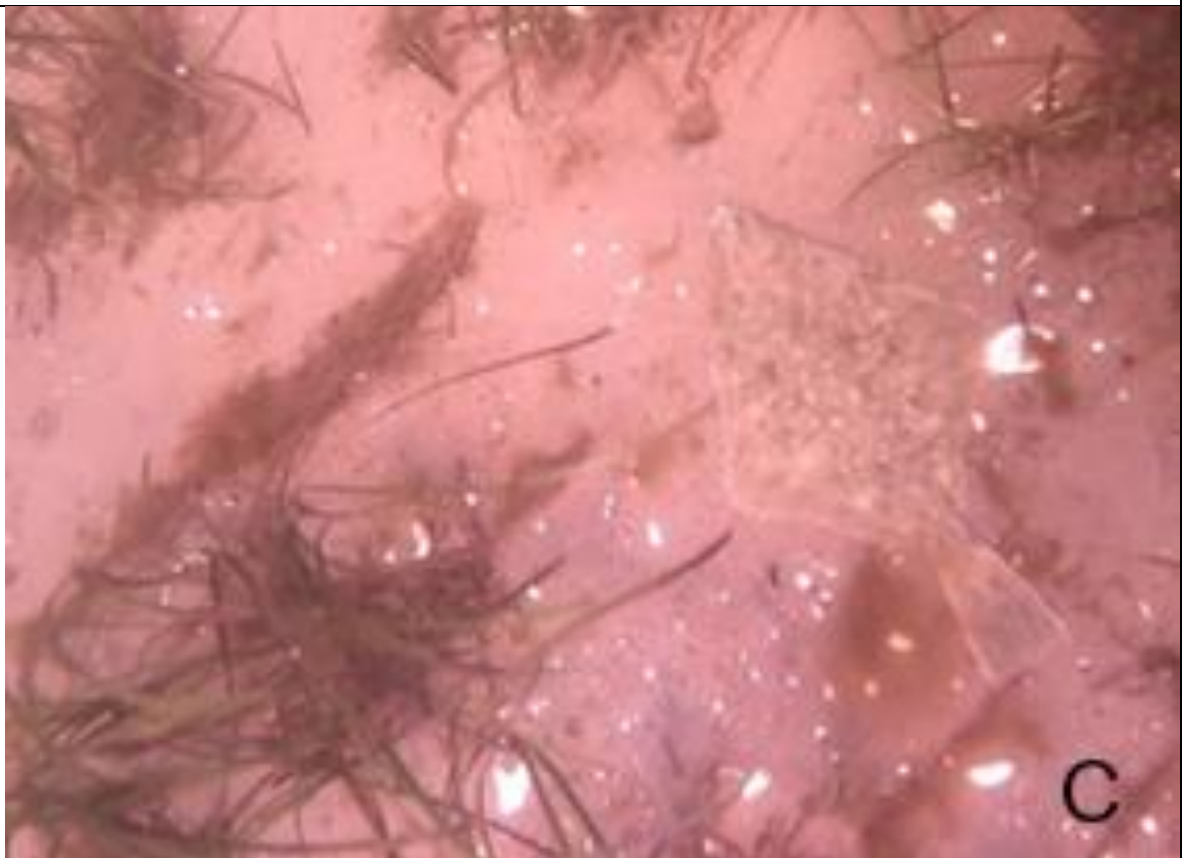
WGS84 DD lat	WGS84 DD long	Djup (m)	Substrat	Nating (%)	Ålgräs (%)	Påvæxt alger %	Kommentar
58,19678	8,069628	1	mjukbotten, sand				
58,19658	8,069709	1	mjukbotten, sand				
58,19656	8,069168	1	mjukbotten, sand				
58,1963	8,068988	1	grus				
58,19598	8,068699	0,8	grus				Film 4, stopp
58,19621	8,068114	4,8	sand				Film 5, start
58,19612	8,068429	0,8	grus				
58,19606	8,06769	3,5	sand				
58,19586	8,067176	1,2	sand				
58,19569	8,066834	1,4	sand				
58,1957	8,066644	1,5			1		
58,19568	8,066689				1		
58,19564	8,066771	1,2		1--5			
58,19562	8,066825	1,2		1--5			
58,19557	8,066049	2,8			1--5		
58,19554	8,065896	3,3			1		
58,19547	8,065797	2,1			1--5		
58,19545	8,065788	1,9			5		
58,19531	8,06559	1,3			1--5		
58,19535	8,065581	1,4			5--25		
58,19542	8,065572	2,1			5--25		
58,19524	8,065734	1,1			50--75		
58,19502	8,065536	1,1			75--100		
58,19528	8,06531	2,1			5--25		
58,19533	8,065464	2			5--25		
58,19544	8,065455	3,5					slut ålgräs
58,19533	8,065355	2,4			5--25		
58,19506	8,064851	3,1			1		
58,19491	8,064544	3,4					
58,19434	8,064535	2,3					
58,1941	8,064517	3,3					
58,19394	8,064824	1,4	grus				
58,19369	8,06467	7,2					
58,19349	8,06504	2,1	mjukbotten				
58,19318	8,064986	3,1					
58,19296	8,065346	2,6					
58,19284	8,065428	2,6					Film 5, stopp
58,19477	8,069628	1,5		1--5			Film 6, start
58,19471	8,069664	1,2		25--50			
58,19463	8,069718	1,2		75--10			
58,19454	8,069799	1,7					
58,1944	8,070223	1,7	grus, sand	1--5			
58,19434	8,070376	1,9	grus, sand	1--5			
58,19432	8,070448	1,4	mjukbotten	5--25			
58,19423	8,070754	1,2		75--100			
58,19415	8,071025	1,3		50			
58,19412	8,071196	1,5		0			

Bilag E Ålegras – fotodokumentasjon videotransekt (Medins)

VIDEOTRANSEKT 1



Sandorm (*Arenicola marina*) var indikert av flere ekskrementhauger



Flatfisk (*Pleuronectiformes*)



Ålegras



Skruehavgrasenger



Enkelte skruehavgrasplanter er synlige, men ålegras dominerer

VIDEOTRANSEKT 2



Flatfisk (*Pleuronectiformes*)



Kutling (Gobiidae)



Skruehavgraseng



Ålegras

VIDEOTRANSEKT 3



Hvitt belegg- *Beggiatoa* sp.



Skruehavgras med fintrådige begroingsalger



Skruehavgrasenger



Skruehavgrasenger

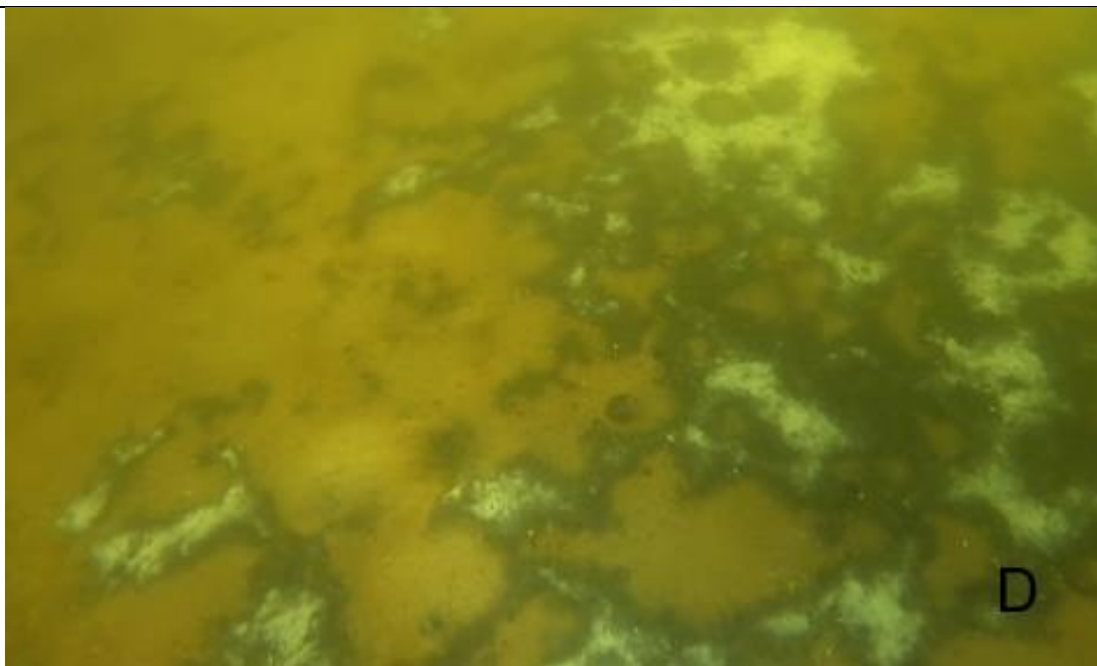
VIDEOTRANSEKT 5



Sandorm (*Arenicola marina*) var indikert av flere ekskrementhauger



Hvitt belegg - *Beggiatoa* sp



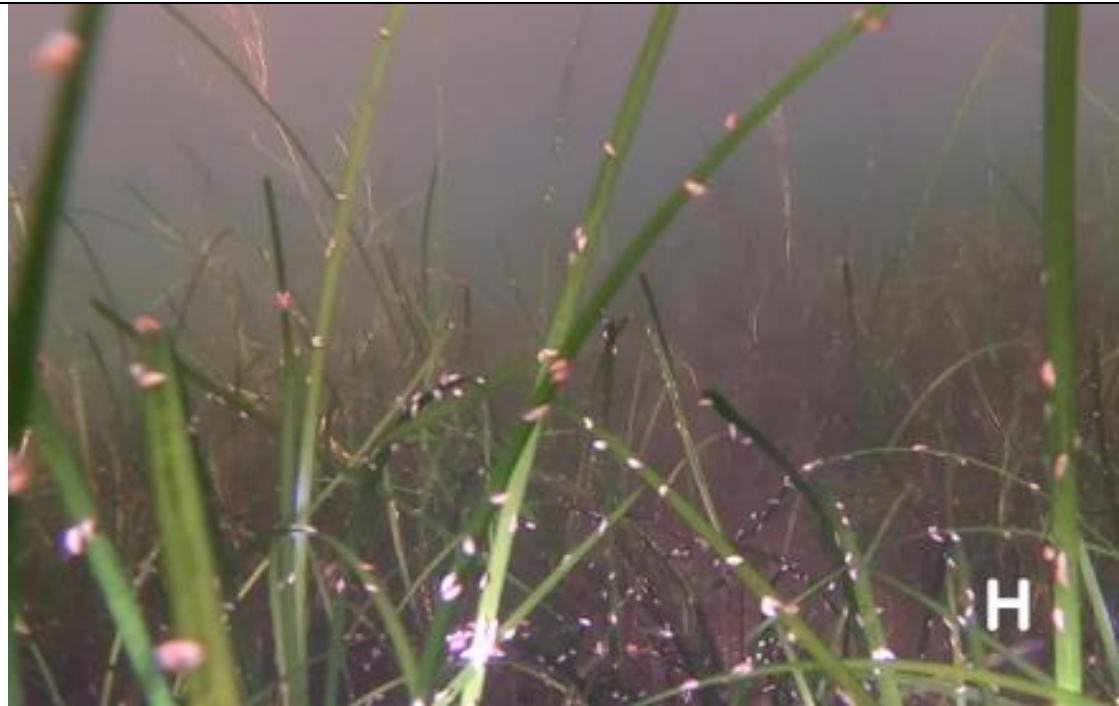
Hvitt belegg - *Beggiatoa* sp



Tangkutling (*Gobiuscular flauscia*) og andre kutlinger (Gobiidae)



Spindelkrabbe



Grasenger med snegler og juvenile sjøstjerner

Bilag F Sediment - analyserapport (Eurofins)



eurofins



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-20-MM-055176-01

EUNOMO-00262314

Prøvemottak: 10.06.2020

Temperatur:

Analyseperiode: 12.06.2020-03.07.2020

Referanse:

Kristiansand lufthavn

ENCN,

resipientundersøkelse

Avinor AS
Postboks 150
Edvard Munchs vei
2061 GARDEMOEN
Attn: Ingvild Helland

ANALYSERAPPORT

Merknader prøveserie:

Batchmerking: Kristiansand lufthavn ENCN, resipientundersøkelse

Prøvenr.:	439-2020-06120203	Prøvetakingsdato:	08.06.2020
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Siw Taftø
Prøvemerkning:	ENCN-TF-SS-1 0-5	Analysestartdato:	12.06.2020

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b)* Centrifugation before density testing					
b)* Sample centrifugation	-				
b) Kornstørrelse < 63 µm	31.7	%	0.1		Internal Method 6
b) Kornstørrelse <2 µm	1.8	% TS	1		Internal Method 6
b)* Tetthet i sediment					
b)* Tetthet	2.11	g/cm³			Internal Method 6
b) Tørrstoff					
b) Tørrvekt steg 1	78.1	% rv	0.1	5%	EN 12880 (S2a): 2001-02
b) Total nitrogen - Kjeldahl					
b) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	<0.5	g/kg TS	0.5		EN 13342, Internal Method (Soil)
b) Totalt organisk karbon (TOC)	2890	mg/kg TS	1000	23%	NF EN 15936 - Method B

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.

Prøvenr.: **439-2020-06120204**
 Prøvetype: Sedimenter
 Prøvemerkning: ENCN-TF-SS-3
 0-5

Prøvetakingsdato: 08.06.2020
 Prøvetaker: Siw Taftø
 Analysestartdato: 12.06.2020

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b)* Centrifugation before density testing					
b)* Sample centrifugation	-				
b) Kornstørrelse < 63 µm	55.9	%	0.1		Internal Method 6
b) Kornstørrelse <2 µm	2.3	% TS	1		Internal Method 6
b)* Tetthet i sediment					
b)* Tetthet	1.96	g/cm ³			Internal Method 6
b) Tørrstoff					
b) Tørrvekt steg 1	61.9	% rv	0.1	5%	EN 12880 (S2a): 2001-02
b) Total nitrogen - Kjeldahl					
b) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	1.1	g/kg TS	0.5	22%	EN 13342, Internal Method (Soil)
b) Totalt organisk karbon (TOC)	15100	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 15936 - Method B

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.

Prøvenr.: **439-2020-06120205**
 Prøvetype: Sedimenter
 Prøvemerkning: ENCN-TF-S1
 0-5

Prøvetakingsdato: 08.06.2020
 Prøvetaker: Siw Taftø
 Analysestartdato: 12.06.2020

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
d) Alifater C5-C6	< 7.0	mg/kg TS	7		LidMiljø.0A.01.09
d) Alifater >C6-C8	< 7.0	mg/kg TS	7		LidMiljø.0A.01.09
d) Alifater >C8-C10	< 3.0	mg/kg TS	3		SPI 2011
d) Alifater >C10-C12	< 5.0	mg/kg TS	5		SPI 2011
d) Alifater >C12-C16	< 5.0	mg/kg TS	5		SPI 2011
d) Alifater >C16-C35	< 10	mg/kg TS	10		SPI 2011
* Alifater >C12-C35	nd				Beregnet
* Alifater C5-C35	nd				Beregnet
c)* 4:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	<0.50	µg/kg TS	0.5		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluordekansyre (PFDeA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorbutansyre (PFBA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluordodekansyre (PFDoA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluortridekansyre (PFTTrA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheptansyre (PFHpA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheksansyre (PFHxA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheksadekansyre (PFHxDA)	<0.50	µg/kg TS	0.5		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluornonansyre (PFNA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluoroktansyre (PFOA)	<0.050	µg/kg TS	0.05		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	0.099	µg/kg TS	0.05	23%	DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorpentansyre (PFPeA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluortetradekansyre (PFTA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorundekansyre (PFUnA)	0.11	µg/kg TS	0.1	23%	DIN 38414-14 mod.
c)* N-etylperfluoroktansulfonamid (EtFOSA)	<0.20	µg/kg TS	0.2		DIN 38414-14 mod.
c)* N-etylperfluoroktansulfonamid-HAc (EtFOSAA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-etylperfluoroktansulfonamidetanol (EtFOSE)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-metylperfluoroktansulfonamid-HAc (MeFOSAA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-metylperfluoroktansulfonamidetanol (MeFOSE)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-metylperfluoroktansulfonamid (MeFOSA)	<0.20	µg/kg TS	0.2		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluoroktansulfonamid-HAc (FOSAA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Sum PFAS	2.0	µg/kg TS			DIN 38414-14 mod.
c) Tørrstoff	81.1	%	0.25	5%	EN 12880 (S2a): 2001-02
b) Kornstørrelse < 63 µm	<0.1	%	0.1		Internal Method 6
b) Kornstørrelse <2 µm	<1.0	% TS	1		Internal Method 6

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.

b)	Totalt organisk karbon (TOC)	1360 mg/kg TS	1000	33%	NF EN 15936 - Method B
----	------------------------------	---------------	------	-----	------------------------

Prøvenr.: **439-2020-06120206**
 Prøvetype: Sedimenter
 Prøvemerkning: ENCN-TF-S2
 0-5

Prøvetakingsdato: 08.06.2020
 Prøvetaker: Siw Taftø
 Analysestartdato: 12.06.2020

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrstoff	79	%	0.02	12%	NS 4764
* Formiat	<5	mg/kg TS	5		Intern metode
b) Kornstørrelse < 63 µm	12.0	%	0.1		Internal Method 6
b) Kornstørrelse <2 µm	<1.0	% TS	1		Internal Method 6
b) Totalt organisk karbon (TOC)	9410	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 15936 - Method B

Merknader:

-Propylenglykol utgår pga for liten prøvemengde.

Prøvenr.: **439-2020-06120207**
 Prøvetype: Sedimenter
 Prøvemerkning: ENCN-TE-S1
 0-5

Prøvetakingsdato: 08.06.2020
 Prøvetaker: Siw Taftø
 Analysestartdato: 12.06.2020

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
d) Tørrstoff	84.7	%	0.1	5%	EN 12880 (S2a): 2001-02
d) Alifater C5-C6	< 7.0	mg/kg TS	7		LidMiljø.0A.01.09
d) Alifater >C6-C8	< 7.0	mg/kg TS	7		LidMiljø.0A.01.09
d) Alifater >C8-C10	< 3.0	mg/kg TS	3		SPI 2011
d) Alifater >C10-C12	< 5.0	mg/kg TS	5		SPI 2011
d) Alifater >C12-C16	< 5.0	mg/kg TS	5		SPI 2011
d) Alifater >C16-C35	22	mg/kg TS	10	30%	SPI 2011
* Alifater >C12-C35	22	mg/kg TS	8		Beregnet
* Alifater C5-C35	22	mg/kg TS	20		Beregnet
* Formiat	<5	mg/kg TS	5		Intern metode
b) Kornstørrelse < 63 µm	7.4	%	0.1		Internal Method 6
b) Kornstørrelse <2 µm	<1.0	% TS	1		Internal Method 6
b) Totalt organisk karbon (TOC)	3410	mg/kg TS	1000	22%	NF EN 15936 - Method B

Merknader:

-Propylenglykol utgår pga for liten prøvemengde.

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.

Prøvenr.: **439-2020-06120208**
 Prøvetype: Sedimenter
 Prøvemerkning: ENCN-TE-S2
 0-5

Prøvetakingsdato: 08.06.2020
 Prøvetaker: Siw Taftø
 Analysestartdato: 12.06.2020

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
c)* 4:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	<0.50	µg/kg TS	0.5		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluordekansyre (PFDeA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorbutansyre (PFBA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluordodekansyre (PFDoA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluortridekansyre (PFTrA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheptansyre (PFHpA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheksansyre (PFHxA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheksadekansyre (PFHxDA)	<0.50	µg/kg TS	0.5		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluornonansyre (PFNA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluoroktansyre (PFOA)	<0.050	µg/kg TS	0.05		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	3.3	µg/kg TS	0.05	23%	DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorpentansyre (PFPeA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluortetradekansyre (PFTA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorundekansyre (PFUnA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-etylperfluoroktansulfonamid (EtFOSA)	<0.20	µg/kg TS	0.2		DIN 38414-14 mod.
c)* N-etylperfluoroktansulfonamid-HAc (EtFOSAA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-etylperfluoroktansulfonamidetanol (EtFOSE)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-metylperfluoroktansulfonamid-HAc (MeFOSAA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-metylperfluoroktansulfonamidetanol (MeFOSE)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-metylperfluoroktansulfonamid (MeFOSA)	<0.20	µg/kg TS	0.2		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluoroktansulfonamid-HAc (FOSAA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Sum PFAS	5.2	µg/kg TS			DIN 38414-14 mod.
c) Tørrstoff	85.5	%	0.25	5%	EN 12880 (S2a): 2001-02
* Formiat	<5	mg/kg TS	5		Intern metode
a) Propylenglykol	< 2	mg/kg TS	2		Internal Method 2051
b)* Centrifugation before density testing					
b)* Sample centrifugation	-				
b) Kornstørrelse < 63 µm	3.1	%	0.1		Internal Method 6
b) Kornstørrelse <2 µm	<1.0	% TS	1		Internal Method 6
b)* Tetthet i sediment					
b)* Tetthet	1.75	g/cm³			Internal Method 6
b) Totalt organisk karbon (TOC)	6920	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 15936 - Method B

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.

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.

Prøvenr.: **439-2020-06120209**
 Prøvetype: Sedimenter
 Prøvemerkning: ENCN-TE-S3
 0-5

Prøvetakingsdato: 08.06.2020
 Prøvetaker: Siw Taftø
 Analysestartdato: 12.06.2020

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
c)* 4:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	<0.50	µg/kg TS	0.5		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluordekansyre (PFDeA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorbutansyre (PFBA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluordodekansyre (PFDoA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluortridekansyre (PFTrA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheptansyre (PFHpA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheksansyre (PFHxA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheksadekansyre (PFHxDA)	<0.50	µg/kg TS	0.5		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluornonansyre (PFNA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluoroktansyre (PFOA)	<0.050	µg/kg TS	0.05		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	<0.050	µg/kg TS	0.05		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorpentansyre (PFPeA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluortetradekansyre (PFTA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorundekansyre (PFUnA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-etylperfluoroktansulfonamid (EtFOSA)	<0.20	µg/kg TS	0.2		DIN 38414-14 mod.
c)* N-etylperfluoroktansulfonamid-HAc (EtFOSAA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-etylperfluoroktansulfonamidetanol (EtFOSE)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-metylperfluoroktansulfonamid-HAc (MeFOSAA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-metylperfluoroktansulfonamidetanol (MeFOSE)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-metylperfluoroktansulfonamid (MeFOSA)	<0.20	µg/kg TS	0.2		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluoroktansulfonamid-HAc (FOSAA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Sum PFAS	<2.0	µg/kg TS			DIN 38414-14 mod.
c) Tørrstoff	86.0	%	0.25	5%	EN 12880 (S2a): 2001-02
* Formiat	<5	mg/kg TS	5		Intern metode
a) Propylenglykol	< 2	mg/kg TS	2		Internal Method 2051
b) Kornstørrelse < 63 µm	4.0	%	0.1		Internal Method 6
b) Kornstørrelse <2 µm	<1.0	% TS	1		Internal Method 6
b) Total nitrogen - Kjeldahl					
b) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	<0.5	g/kg TS	0.5		EN 13342, Internal Method (Soil)
b) Totalt organisk karbon (TOC)	16000	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 15936 - Method B

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.

Prøvenr.: **439-2020-06120210**
 Prøvetype: Sedimenter
 Prøvemerkning: ENCN-TE-S4
 0-5

Prøvetakingsdato: 08.06.2020
 Prøvetaker: Siw Taftø
 Analysestartdato: 12.06.2020

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
c)* 4:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	<0.50	µg/kg TS	0.5		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluordekansyre (PFDeA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorbutansyre (PFBA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluordodekansyre (PFDoA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluortridekansyre (PFTrA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheptansyre (PFHpA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheksansyre (PFHxA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheksadekansyre (PFHxDA)	<0.50	µg/kg TS	0.5		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluornonansyre (PFNA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluoroktansyre (PFOA)	<0.050	µg/kg TS	0.05		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	1.4	µg/kg TS	0.05	23%	DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorpentansyre (PFPeA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluortetradekansyre (PFTA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluorundekansyre (PFUnA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-etylperfluoroktansulfonamid (EtFOSA)	<0.20	µg/kg TS	0.2		DIN 38414-14 mod.
c)* N-etylperfluoroktansulfonamid-HAc (EtFOSAA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-etylperfluoroktansulfonamidetanol (EtFOSE)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-metylperfluoroktansulfonamid-HAc (MeFOSAA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-metylperfluoroktansulfonamidetanol (MeFOSE)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* N-metylperfluoroktansulfonamid (MeFOSA)	<0.20	µg/kg TS	0.2		DIN 38414-14 mod.
c)* Perfluoroktansulfonamid-HAc (FOSAA)	<0.10	µg/kg TS	0.1		DIN 38414-14 mod.
c)* Sum PFAS	3.3	µg/kg TS			DIN 38414-14 mod.
c) Tørrstoff	78.0	%	0.25	5%	EN 12880 (S2a): 2001-02
* Formiat	<5	mg/kg TS	5		Intern metode
a) Propylenglykol	< 2	mg/kg TS	2		Internal Method 2051
b) Kornstørrelse < 63 µm	8.6	%	0.1		Internal Method 6
b) Kornstørrelse <2 µm	<1.0	% TS	1		Internal Method 6
b) Total nitrogen - Kjeldahl					
b) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	<0.5	g/kg TS	0.5		EN 13342, Internal Method (Soil)
b) Totalt organisk karbon (TOC)	3390	mg/kg TS	1000	22%	NF EN 15936 - Method B

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.

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a) Eurofins Miljø, Ladelundvej 85, DK-6600, Vejle DS EN ISO/IEC 17025 DANAK 168,
- b)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne
- b) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2017 COFRAC 1-1488,
- c)* Eurofins Food & Feed Testing Sweden (Lidköping), Sjötagsgatan 3, port 2, 531 40, Lidköping
- c) Eurofins Food & Feed Testing Sweden (Lidköping), Sjötagsgatan 3, port 2, 531 40, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1977,
- d) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Kopi til:

A128814_Mail (A128814_Mail@cowi.no)
Vannmiljø (vannmiljo@avinor.no)
Bente Wejden (bente.wejden@avinor.no)
Kristiansand Lufthavn (Kjevik) (vidar.rosseland@avinor.no)
Siw Taftø (site@cowi.no)
Vidar Rosseland (vidar.rosseland@avinor.no)

Moss 03.07.2020-----
Stig Tjomsland

Analytical Service Manager

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.