

Kippervika Eiendom AS

► Miljørisikovurdering av partikkelspredning fra tiltaksområdet ved Kippervika

Kippervika, Ålesund kommune

Oppdragsnr.: **52305352** Dokumentnr.: **RIM-02** Versjon: **D02** Dato: **2025-05-22**



Oppdragsgiver: Kippervika Eiendom AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Peter Hareide
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Erlend Opstad
Fagansvarlig: Bente Breyholtz
Andre nøkkelpersoner: Astrid Stallemo, Cassandra Granlund

D02	2025-05-22	Revidert etter kommentar	AstSta/CasGra	BeBre	ErlOps
D02	2025-04-11	For kommentar fra kunde	AstSta/CasGra	BeBre	ErlOps
A01	2025-04-11	Til fagkontroll	AstSta/CasGra		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammen drag

Tiltaket i Kippervika, Ålesund, omfatter utfylling i sjø for etablering av nytt landområde som ledd i byutviklingen av Ålesund sentrum. Før utfylling med sprengstein skal sjøbunnen tildekkes med en sandpute for å hindre spredning av forurensede sedimenter. Tildekkingen gjennomføres ved pumping av masser via rør, med utløp 3 meter under vannoverflaten.

Lørdag 29. mars 2025 oppstod det spredning av partikler fra tiltaksområdet i forbindelse med arbeidet. Turbiditetsmåling viser verdier over alarmgrensen i omtrent fem timer. Påfølgende bildedokumentasjon fra Statens vegvesen viste partikkelspredning utover i Aspevågen.

Tiltaksområdet i Kippervika overlapper med det nasjonalt viktige gyteområdet i Borgundfjorden, og hendelsen skjedde midt i gyteperioden, hvor torskeegg og -larver normalt er til stede i vannmassene. I tillegg finnes det tareskog i nær tilknytning til tiltaksområdet, som kan være sårbar for nedslamming og redusert lystilførsel.

Norconsult er engasjert for å gjennomføre en miljørisikovurdering av hendelsen og vurdere mulig påvirkning fra partikkelspredningen. Vurderingen baseres på målinger og observasjoner fra utfyllingsarbeidet, samt tilgjengelige miljødata for området.

Basert på scenarioet og tilgjengelige data er det sannsynlig at partikkelspredningen fra utfyllingen har ført til kortvarig eksponering for stedsnære fisk i tidlig livsstadier. Utslippets begrensede omfang og korte varighet tilsier imidlertid at miljørisikoen for nærliggende naturverdier vurderes som lav og påvirkningen på torskebestanden minimal for denne enkeltstående hendelsen.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	5
2	Tiltak	6
3	Hendelsesforløp	9
4	Områdebeskrivelse	14
1.1	Gyteområde	14
1.2	Effekt av partikkelspredning på tidlige livsstadier av fisk	15
1.3	Tareskog	16
1.4	Strøm og partikler i vannsøylen	17
1.5	Forurensningssituasjonen	18
5	Miljørisikovurdering	20
1.6	Effekt på fisk	20
1.7	Effekt på tareskog	21
6	Referanser	22

1 Innledning

Kippervika Eiendom har startet arbeidet med utfylling i sjø ved Kippervika i Ålesund (Figur 1) som en del av et prosjekt for å etablere et nytt landområde for å utvide Ålesund sentrum. Det skal benyttes masser fra Statens vegvesen sitt prosjekt Brevika-Lerstad. Før disse tunnelmassene fylles ut i sjøen skal det i første fase av utfyllingen legges en sandpute på sjøbunnen for å forhindre spredning av forurensede sedimenter.



Figur 1: Kippervika er markert med rød firkant. Kart hentet fra Norgeskart.

Den 29. mars 2025 ble det imidlertid observert partikkelspredning i større deler av Aspevågen.

Norconsult er engasjert av Kippervika Eiendom AS for å gjennomføre en miljørisikovurdering av partikkelspredningen. Vurderingen er basert på informasjon fra entreprenørens beskrivelse av hendelsesforløpet (se nedenfor), samt billedokumentasjon fra Statens vegvesen.

2 Tiltak

Tiltaket består av utfylling av sprengsteinsmasser i sjø (Figur 2). Før utfylling av steinmasser skal det legges en sandpute. Intensjonen med sandputen er å hindre spredning av forurensede sedimenter ved utfylling av sprengsteinsmasser. Sandputen skal ha en tykkelse på mellom 30 og 50 cm, totalt volum på ca. 15 000 m³, og vil dekke et sjøbunnsareal på ca. 31 000 m². Det er Sjøentreprenøren med underentreprenør Boston AS som utfører arbeidet.



Figur 2: Det øverste bildet viser Kippervika før tiltaket starter, det nederste bildet viser planen for utfyllingen i Kippervika. Øverste kart er hentet fra Norgeskart.

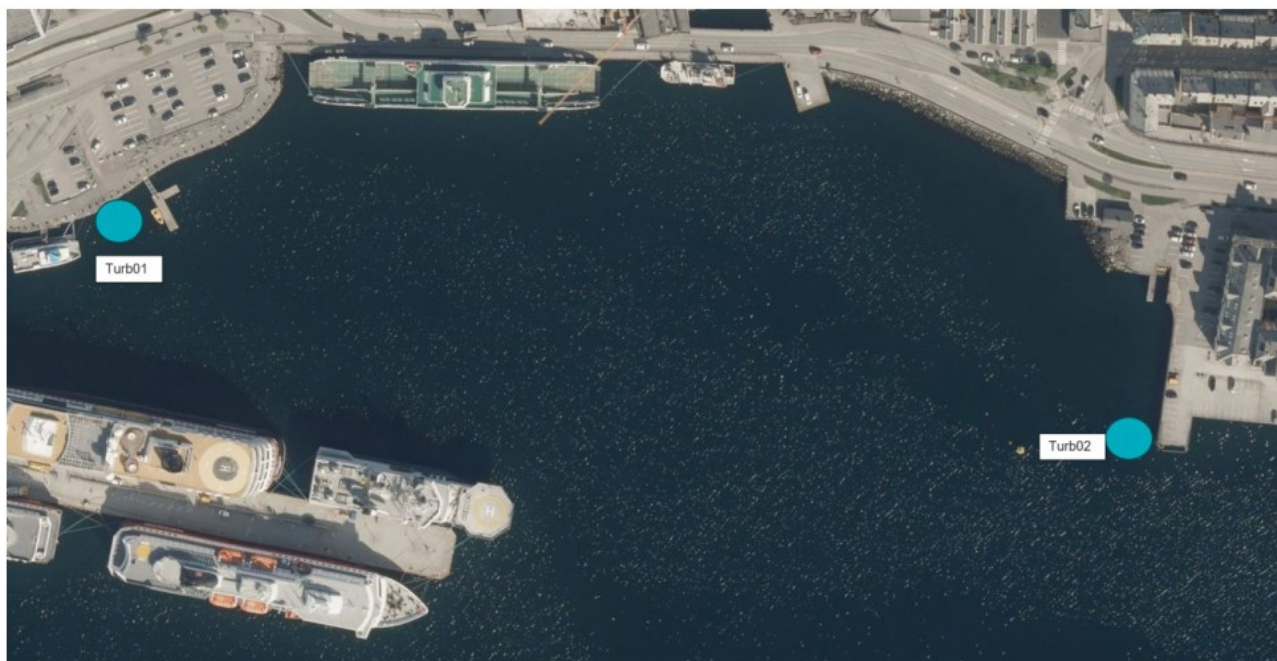
Informasjonen om tildekkingsmassene er hentet fra rapporten *RIM03 Kontroll og måleprogram*. De benyttede tildekkingsmassene er omtalt som «miljømasser» og er levert av Veidekke og Breivika-Lerstad prosjektet.

Kornfordelingen viser at 93,85 % er karakterisert som sand, 5,95 % er silt (2 – 63 µm) og 0,2 % er leire (< 2 µm).

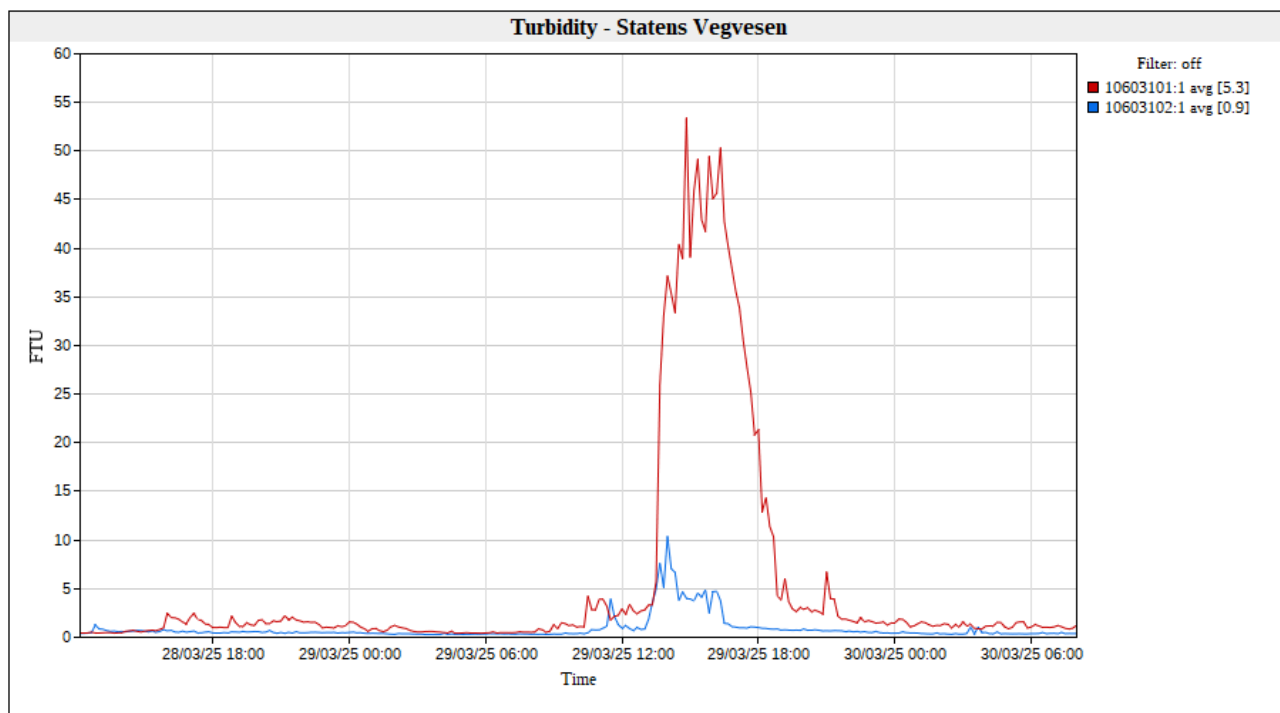
Arbeidet med å legge ut tildekkingsmassene er utført av Boston AS, og følgende beskrivelse av metoden er hentet fra dem. Metoden er en skånsom metode for utlegging av tildekkingsmasser, hvor det føres et rør 3 meter under overflaten som sprøyter ut vann med suspendert tildekkingsmasse. Tildekkingsmassene drysses kontrollert og varsomt i ønskede lag og med en hastighet på ca. 8 cm/s i utleggerhodet.

I forbindelse med tiltaket ble det satt opp turbiditetsmålinger for overvåking av partikkelspredning under utfyllingsarbeidet (Figur 3). I notatet *Grenseverdier og alarmgrenser ved tildekking og utfylling i Kippervika* er alarmgrenseverdien i perioden 1. januar – 15. Juni satt til 10.5 FTU i mer enn 30 minutter.

Turbiditetsmåleren, T1, er plassert 4 m under overflaten, mot vest for tiltaksområdet (rød kurve, Figur 4). Mens turbiditetsmåleren, T2, er plassert 5 m under overflaten ved Meierikaia, mot øst for tiltaksområdet (blå kurve, Figur 4). Merk at tiden i Figur 3 er gitt i UTC, dvs. 1 time før lokal tid den 29. mars.



Figur 3: Oversiktskart over Kippervika og posisjonene til turbiditetsmålerne T1 (Turb01, venstre) i vest og T2 (Turb02, høyre) i øst.

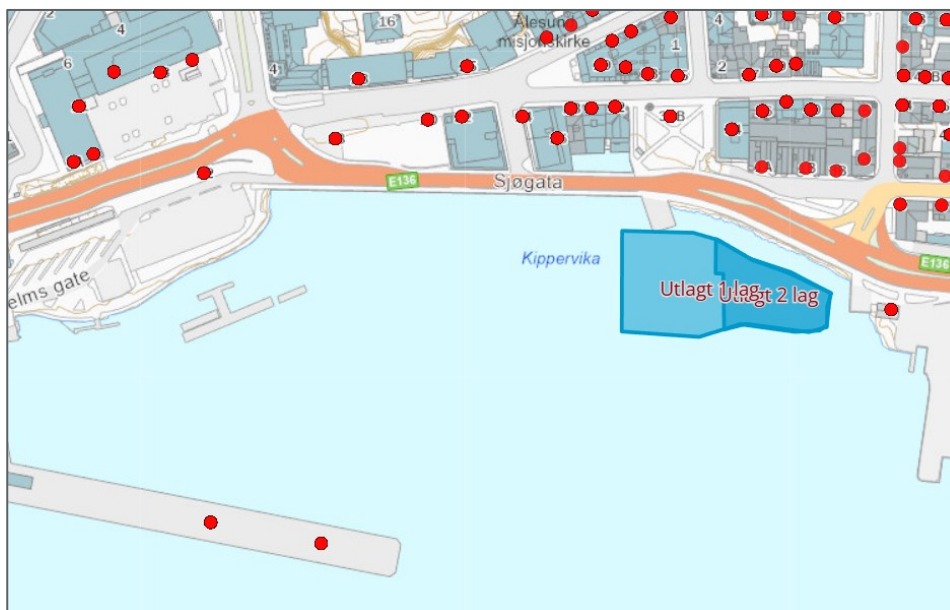


Figur 4: Tidsserie av turbiditet målt av sensorene T1 (rød linje) og T2 (blå linje), henholdsvis rett vest og øst utenfor siltgardin. Merk at tiden er gitt i UTC, dvs. 1 time før lokal tid.

3 Hendelsesforløp

Lørdag 29. mars ble det lagt ut ca. 1500 tonn sandpute med fk 0 – 8 mm. Arbeidet med tildekkingen startet på morgenen (07:39) og forgikk med kortvarige stopp med vurderinger av forholdene frem til endelig stans klokken 14:10.

Før stans ble det totalt lagt 3516 mt med tildekkingsmasser fordelt på to områder (blå skravurer, Figur 5). Massene ble lagt ut lagvis med ca. 15 -16 cm pr lag. Det østligste området ble dekket med to lag og det vestligste området med ett lag.



Figur 5: Kart over utlagte lag av tildekkingsmasser i tiltaksområdet.

Turbiditetsmålingene viser en svak økning (< 5 FTU) under arbeidene om morgenen. Målepunkt T1 i vest registrerte jevnt høyere turbiditet sammenlignet med T2 i øst. Turbiditeten øker kraftig på kort tid ved begge målerne rundt klokken 14:30 (lokal tid). Ved T2 ble ikke alarmgrensen overskredet denne dagen, men ved T1 lå turbiditeten over grenseverdien i omtrent fem timer, med en toppverdi på 53 FTU.

I henhold til entreprenørens beskrivelse av hendelsesforløpet ble det ikke observert spredning utenfor siltgarden på dette tidspunktet.

Rundt klokken 13:20 ble det en kortvarig stopp som følge av rask vestgående bevegelse i blakkingen innenfor siltgarden. På dette tidspunktet var det ikke gått av noen turbidetsalarm. Etter en vurdering ble det valgt å stoppe arbeidene permanent klokken 14:10. Turbidetsvarselet gikk klokken 15:00.

Billedokumentasjon mottatt fra Statens vegvesen tatt lørdag ettermiddag viser partikkelspredningen i Aspevågen klokken 17.

I henhold til Sjøentreprenørens beskrivelse er siltgarden utformet med en 95 meter lang åpning langs bunnen med en gjennomsnittlig høyde på ca. 2,5 meter.

Ifølge Bostons informasjon om tildekkingsmetoden, legges utfyllingsrøret 3 m under overflaten. I dette tilfellet vil avstanden til sjøbunnen være mellom 2 og 12 m. Metoden går ut på å skylle ut vann som inneholder suspenderte tildekkingsmasser, og blandingen har en hastighet på omtrent 8 cm/s i utleggerhodet.

Som følge av lekkasjen ble det tatt bilder av overflaten i tiltaks- og influensområdene. Tilgjengelige bilder fra 29.mars klokken 17 og dronebildet den 30. mars er tilsendt av Statens vegvesen, mens dronebildene den 29. mars er fra artikkel i Sunnmørsposten. Bildene gir en god oversikt og en indikasjon over horisontal spredningen av partiklene.

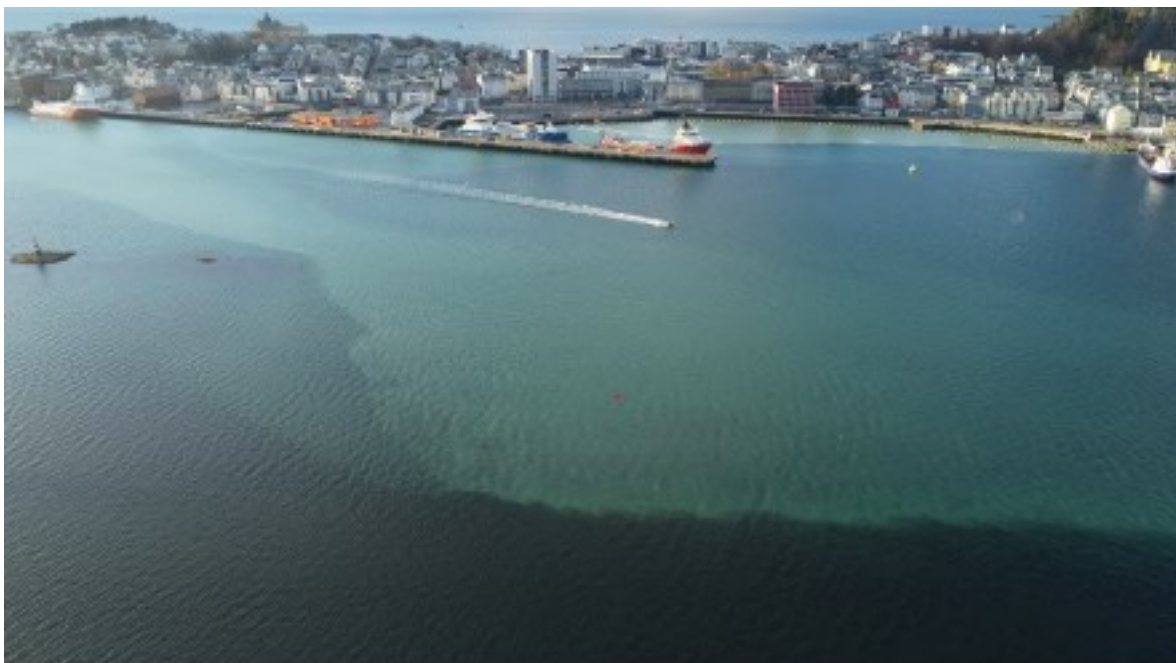
Basert på observasjoner beveget blakkingen innenfor siltgarden seg mot vest rundt klokken 14. Fra bildeserien ser man at partiklene utenfor siltgarden er blitt spredt vestover langs kaiene mot Skutvika, i tillegg til sørover mot Aspa og sørøst mot Bålholmen. Søndag, rundt klokken 18, ser man ikke tegn til blakking langs siltgarden, eller i retningen mot Blåholmen.

Utfordringen med dronebilder er at det ikke er mulig å se hvilket dyp partiklene befinner seg på.

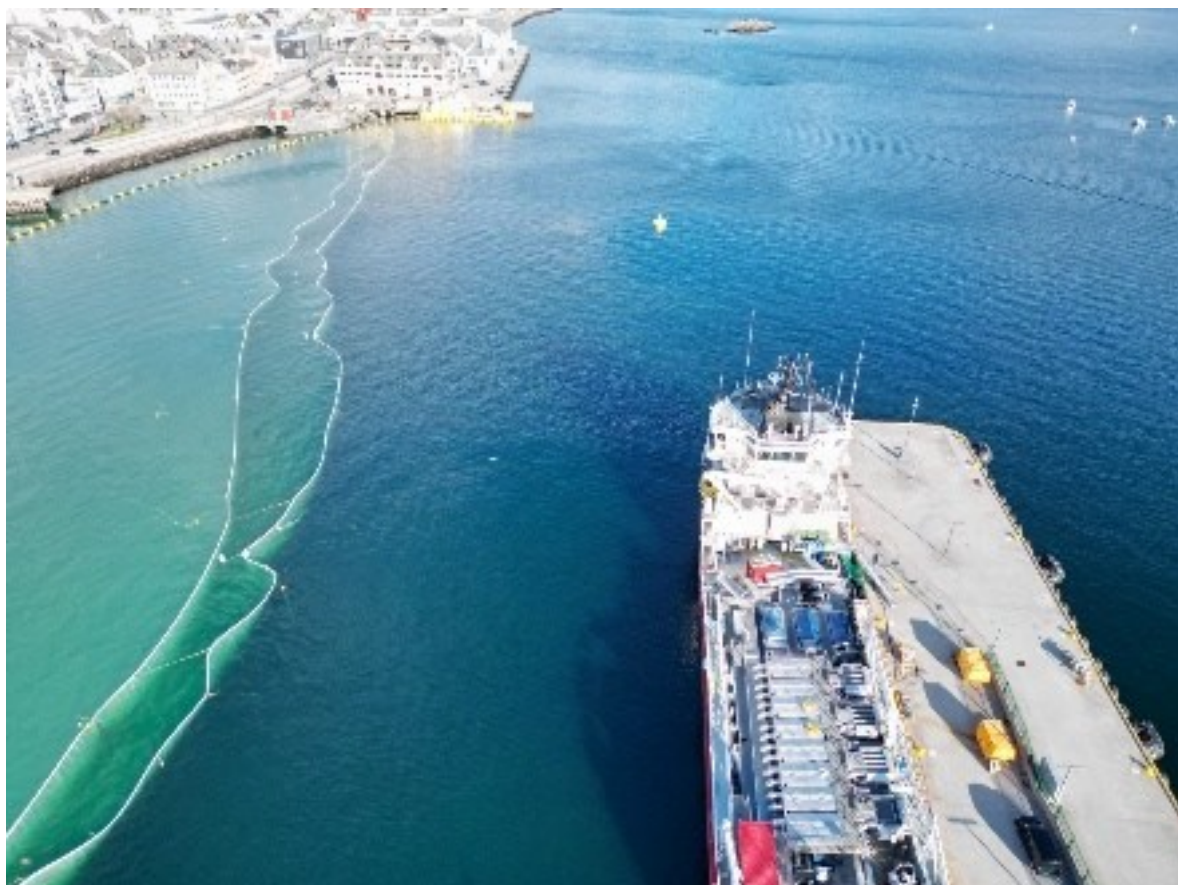
Lørdag, 29. mars, klokken 17:10:



Lørdag, 29. mars, ukjent klokkeslett. Antas å være rett før solnedgang (19:15) pga. lav sol.
Hentet fra Sunnmørsposten (Grunde Grimstad, 2025).



Søndag, 30. mars, klokken 17:49:



4 Områdebeskrivelse

Kippervika ligger på sørsiden av Ålesund sentrum, i Møre og Romsdal. Området grenser til vannforekomsten Aspevågen (0301021900-C) i Borgundfjorden. Aspevågen er klassifisert som en egen vannforekomst av vanntypen beskyttet kyst/fjord, har et overflateareal på 2,55 km² og utgjør en del av Borgundfjorden. Fjorden er orientert i øst - vest retning med åpning til Borgundfjorden mellom Slinningsodden og Volsdalsneset. I vest er det forbindelse gjennom Steinvågsundet til Valderhaugfjorden nord for byen. Via Borgundfjorden er det forbindelse til åpent hav (Figur 6).

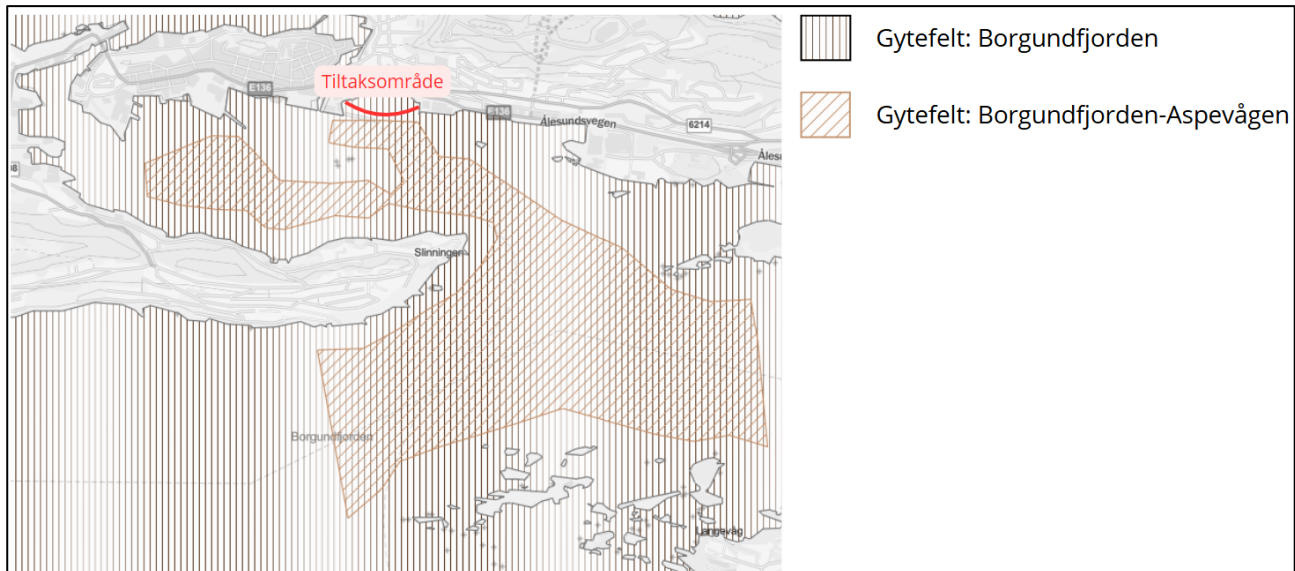
Det er identifisert et betydelig behov for oppryddingstiltak som følge av uakseptabelt høye konsentrasjoner av miljøgifter i sedimentene over store deler av Aspevågen. Ifølge Vann-nett (2025) er den økologiske tilstanden vurdert som moderat, mens den kjemiske tilstanden er klassifisert som dårlig. Overflatesedimentene i de delområdene hvor tiltak er planlagt, er vurdert som svært forurensede. Av naturverdier er det registrert gytefelt for kysttorsk og andre fiskearter, i tillegg til taeskogforekomster i nær tilknytning tiltaksområdet (Figur 7 og Figur 9).



Figur 6: Kartutsnitt av Aspevågen med tiltaksområdet i Kippervika markert med rød firkant. Kart hentet fra Norgeskart.

1.1 Gyteområde

Borgundfjorden, inkludert tiltaksområdet i Kippervika, regnes av Havforskningsinstituttet som det viktigste gytefeltet for kysttorskbestanden mellom 62°N og 67°N (Fall et al., 2024). I tillegg er det identifisert et gyteområde for torsk i de mer sentrale delene av Aspevågen og rundt Slinningsodden, kjent som Borgundfjorden-Aspevågen, som er registrert av Ålesund og Suløy fiskarlag (Figur 7). Tiltaksområdet i Kippervika overlapper delvis dette gyteområdet, men ligger i sin helhet innenfor det nasjonalt viktige gyteområdet i Borgundfjorden (Fiskeridirektoratet, 2025).



Figur 7: Gytefeltet i Aspevågen og Borgundfjorden, med tiltaksområdet markert i rødt.

Gytefeltet i Borgundfjorden er kjent for å ha en betydelig mengde torskegg, og det er stor tilbakeholdelse av egg i fjorden. Gyteområdet har blitt verifisert flere ganger, både gjennom observasjoner fra fiskere, samt ved undersøkelser fra Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet. For å beskytte området mot ytterligere nedgang i torskebestanden ble det etablert et gytefeltsvern i 2009. Selv om dette vernet har bidratt til å bremse en ytterligere reduksjon i bestanden, har det ikke ført til noen merkbar gjenoppbygging av bestanden. Borgundfjorden er i tillegg gyte- og utbredelsesområde for flere andre fiskearter, inkludert makrell og rognkjeks (Fall et al., 2024).

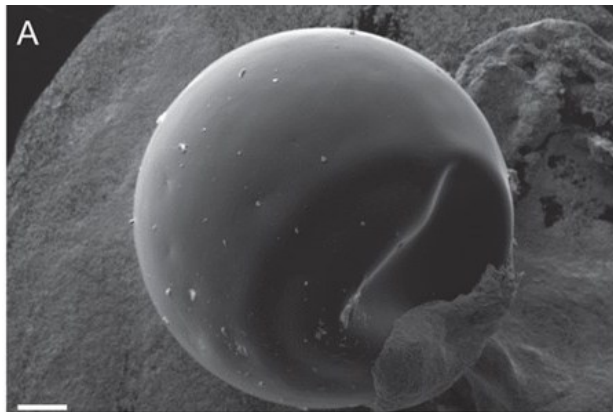
Torsk gyter pelagisk, noe som medfører at eggene er flytende i vannmassen. Klekking skjer fra to til fire uker etter befruktning, avhengig av temperaturen. Ifølge Fiskeridirektoratet er gyte- og oppvekstperiode for torsk i området fra 1. januar til 15. juni. Det vil være størst konsentrasjon av gyting fra i midten av februar og over mot slutten av april ifølge Havforskningsinstituttet. Dermed er utslippet fra Kippervika midt i gyteperioden, og det antas derfor at det er både torskeegg og torskelarver i utslippsområdet (Fall et al., 2024).

Tidlige livsstadier av fisk har høyere naturlig dødelighet enn eldre og større fisk. Det er flere årsaker til dette, blant annet at tidlige livsstadier av fisk utsettes i større grad for predasjon og har flere naturlige fiender enn eldre individer (Havforskningsinstituttet, 2019).

1.2 Effekt av partikkelspredning på tidlige livsstadier av fisk

Effekten av suspendert sediment og partikkeleksponering på marine fisk avhenger av eksponeringstid og partikkelkonsentrasjon. Lengre eksponeringstid kan gi effekter ved lavere konsentrasjoner (Chapman et al., 2014).

Mineralpartikler kan feste seg til ytterveggen (chorion) på fiskeegg, noe som øker vekten. For atlantisk torsk viser studier at små partikler (0,5–10 µm) fester seg lettest til eggene (Reinardy et al., 2019).



Figur 8: Bildet viser et elektronmikroskopbilde av et torskkegg med partikler på overflaten. Hentet fra Reinardy et al. (2019).

I rapporten fra Det Norske Veritas er det lagt til grunn en forenklet antagelse om at 1 FTU = 1 NTU = 1 mg/L, basert på tidligere vannprøver analysert av NIVA (Det Norske Veritas, 2010). Dette forholdet er imidlertid ikke nødvendigvis gyldig i alle tilfeller, ettersom konvertering mellom disse enhetene ideelt sett krever vannprøver fra de aktuelle vannmassene for å hensynta innholdet av organisk materiale.

Fiskeegg finnes vanligvis i de øvre til midtre vannmassene (10–50 m), og har positiv oppdrift som hindrer dem i å synke (Butler et al., 2020; Sundby, 1983; Sundby & Kristiansen, 2015). Hvis partikler fester seg til egget, kan dette redusere oppdriften, føre til at eggene synker og dør, og dermed påvirke rekrutteringen negativt. Farkas et al. (2021) viser at konsentrasjoner på 1, 10 og 100 mg/L kan føre til synkende torskkegg, prematur klekking og redusert overlevelse.

Westerberg et al. (1996) fant økt dødelighet hos torskplommeseekkyngel ved eksponering for sedimenter (<38 µm) i 10 mg/L i 3–6 dager. Suspenderte partikler kan også medføre subletale effekter på tidlige livsstadier av torsk, og høy turbiditet kan skade gjellestrukturen hos juvenil fisk. Det er derimot indikasjoner på at eksponeringen må være langvarig (>30 dager) for å føre til skade (Cumming & Herbert, 2016).

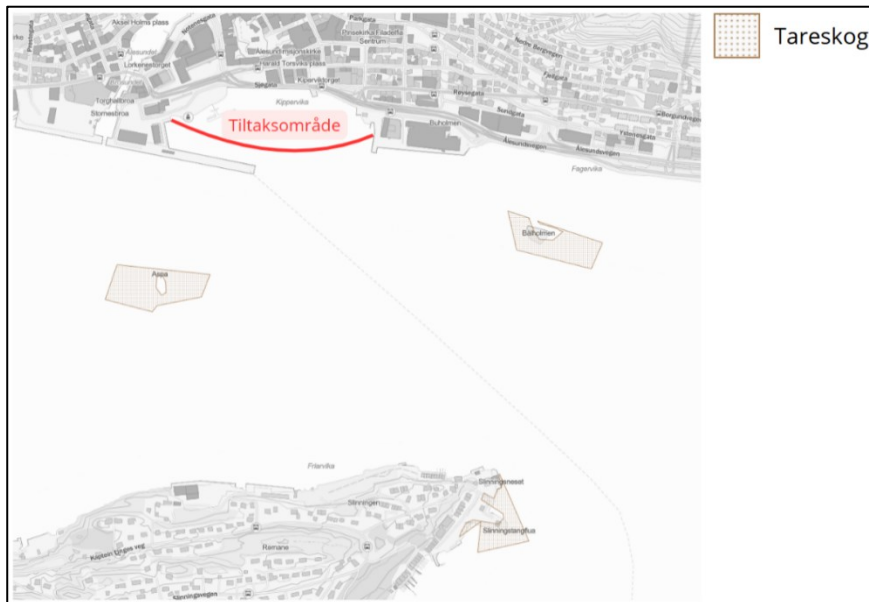
Effekten av partikler påvirkes også av eventuell forurensning. Miljøgifter som PAH-er, PCB-er, kvikksølv og kadmium binder seg til fine sedimenter. Ved opprøring av slike sedimenter kan miljøgiftene frigjøres til vannmassene og øke biotilgjengeligheten for fiskeegg og larver. Faktorer som sedimenttype, vannforhold, resuspenderingstid og stoffenes fettløselighet påvirker frigjøringen (Roberts, 2012).

1.3 Tareskog

I Kippervika er naturtypen tareskog dokumentert ved kartlegging med undervannsdrone av Rambøll i 2023, som en del av Renere fjord-prosjektet (Rambøll-notat 1350046044, 2023). Kartleggingen avdekket tareskog ved både Aspa og Bålholmen som ligger om lag 370 og 450 m unna tiltaksområdet (Figur 9), med sukkertare som den dominerende arten ved begge lokaliteter.

Tareskoger er økologisk funksjonsområde for en rekke arter. Selve tareskogen er sårbar for nedslamming og redusert lystilgang som følge av partikler i vannet. Tareskogene kan være oppvekst- og beiteområde for torsk og andre arter. Roleda and Dethleff (2011) undersøkte effekten av sedimentavsetning på sukkertare

(*Saccharina latissima*). Deres studie viste at kortvarig (<7 dager) begravelse under sediment, inkludert grus, sand, silt og leire, ikke har noen negativ effekt på sukkertarens fysiologi og morfologi.



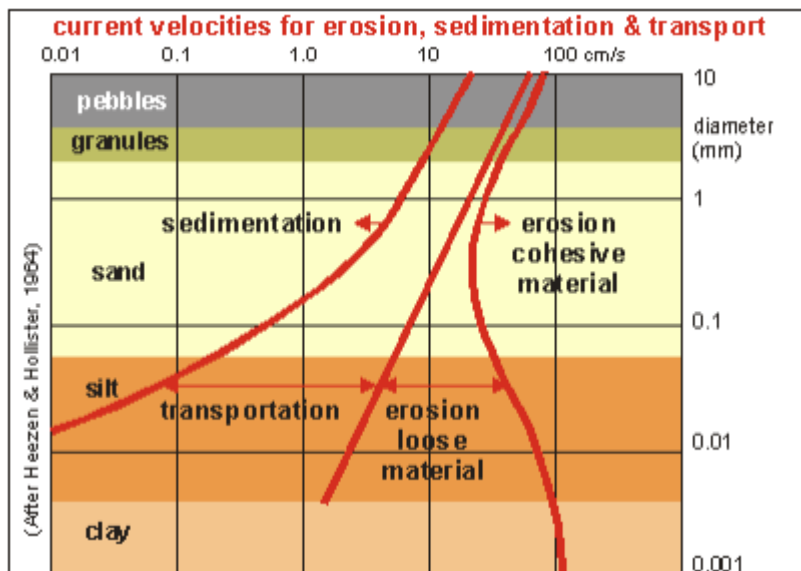
Figur 9: Forekomster av tareskog i nærheten av tiltaksområdet ved Aspa og Bålholmen basert på Miljødirektoratets naturbase-kart. Figuren viser modellert data, men det er dokumentert forekomst ved Aspa og Bålholmen.

1.4 Strøm og partikler i vannsøylen

Det er ikke foretatt strøm eller hydrografiske målinger rundt tidsperioden for hendelsen. Kippervika er et delvis beskyttet område og strømmingene er hovedsakelig drevet av tidevannet. Fra Havforskningsinstituttets strømkatalog vises strømmønsteret å være utgående i vestlig retning ved fallende vannstand og inngående strøm mot østlig retning ved økende vannstand. Strømretningen vil derfor alternere ca. hver 6 time.

I rapporten fra Det Norske Veritas (2022) ble det foretatt strømmålinger ved to posisjoner ved Kippervika. Målt gjennomsnittshastighet var på 3,9 cm/s i Kippervika og 2,9 cm/s (maksimal strøm 8,5 cm/s) lengre ute nær Aspa. Målingene ble tatt i forkant av utbyggingen av Storneskaia i Kippervika. Det anses derfor å være lave strømminger under normale forhold i Kippervika. Det er verdt å nevne at strømningsstyrke og mønster er komplekst, spesielt på grunne dyp nær kyst og i havneområder med stor variasjon i batymetri, topografisk utforming og sesong.

Hjulstrøms diagram er et verktøy som kan brukes til å forstå hvordan sedimenter beveger seg basert på strømhastighet (Figur 10). Diagrammet gir en enkel fremstilling av hvordan et korn med en gitt kornstørrelse kan forventes å sedimenteres, transporteres eller eroderes som en funksjon av midlere strømhastighet langs sjøbunnen ved sedimentet.



Figur 10: Hjulstrøms diagram. De røde kurvene viser partiklenes "fase" (eroderes, transporteres, avsettes) som funksjon av partikkeldiameter og strømhastighet.

Synkefastigheter for sedimentet i området og av tildekkingsmassene er ikke målt, men er beregnet basert på kornstørrelse og er gitt i Tabell 1 (Det Norske Veritas, 2010). Dette er et grovt estimat på synkefastigheter da det er antatt sfærisk partikkelform av enkelt partikler. I realiteten vil partiklene kunne ha irregulære flater som kan føre til lavere synkefastigheter. I tillegg kan fine partikler som leire flokkulere slik at partiklene ikke synker som enkeltkorn, noe som også kan påvirke synkefastigheten.

Tabell 1. Sammenheng mellom partikkeldiameter og synkefastighet (Det Norske Veritas, 2010).

Partikkeldiameter (mm)	Synkefastighet (cm/s)	Fraksjon
0,06-2	0,2 - 252	Sand
0,002-0,06	$<1,2 \cdot 10^{-4} - 0,2$	Silt
$<0,002$	$<1,2 \cdot 10^{-4}$	Leire

1.5 Forurensningssituasjonen

Aspevågen i Ålesund er ett av de 17 områdene Miljødirektoratet har prioritert for opprydding av forurenset sjøbunn i Norge. Området er påvirket av menneskelig aktivitet, og både tiltaksområdet og de tilgrensende landområdene bærer preg av omfattende havne- og industrivirksomhet, boligbebyggelse, bykjerne og småbåthavner.

I 2015 ble det gjennomført en risikovurdering for området Aspevågen basert på forurensning i grunn og sedimenter. Vurderingen ble gjort på grunnlag av data fra 2005-2015. Risikovurderingen viste at det var en uakseptabel risiko for spredning av miljøgifter fra sedimentene, for økosystemet i vågen og for human helse. Videre i 2021 ble det gjennomført sedimentprøvetaking ved fire stasjoner i Kippervika (Rambøll, 2022). Sedimentene i tiltaksområdet Kippervika inneholdt konsentrasjoner av flere tungmetaller (bly, kobber, kvikksølv og sink) i tilstandsklasse IV og V, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH-16) i tilstandsklasse IV og V, polyklorerte bifenyler (PCB7) og tributyltinn (TBT) i tilstandsklasse V.

Sedimentene består hovedsakelig av sand og grovere masser ($> 63 \mu\text{m}$), med enkelte områder som har en moderat andel silt ($2 - 63 \mu\text{m}$). Nært land innerst i Kippervika (Del 3-07) er andelen silt og sand tilnærmet lik. Bestanddelene av massetyper i sediment er relevant fordi områder med høy andel av silt og leire ($< 2 \mu\text{m}$) øker sannsynligheten for at forurensede sedimenter kan bli oppvirvlet og spredt.

5 Miljøriskovurdering

Miljøriskovurderingen er basert på informasjonen ovenfor, og skal vurdere utbredelsen av partikkelspredningen ved hendelsen, samt gi en vurdering om potensiell effekt på det marine miljøet.

Kilde

Grunnet en åpning i siltgardinen langs bunnen er det vurdert om partikkelspredningen kun var relatert til tildekkingsmassene eller også til de forurensede sedimentene. Massene ble spylt ut i vannmassene ca. 2 til 12 m over sjøbunnen.

Basert på avstanden mellom utleggingshodet og sjøbunnen, påvirkning av friksjon og lokale strømninger vurderes utleggingsmetoden ikke å ha tilstrekkelig kraft til å oppvirvle forurensede sedimenter. For å vurdere om stedlige sedimenter er blitt resuspendert er Hjulstrøms diagram blitt benyttet. Økt strømhastighet (estimert til ca. 1,15 cm/s) ved bunnen grunnet åpningen i siltgardinen vurderes heller ikke sterk nok til å kunne virvle opp forurensende sedimenter.

Videre miljørisikovurdering legger derfor til grunn at partikkelspredningen består av finstoff fra tildekkingsmassene.

Utbredelse

Dronebilder viser blakking av vannmassene begrenset til den nordlige delen av Aspevågen. Erfaringsmessig representerer slik blakking et tynt sjikt med finere partikler i de øvre vannmassene.

Tildekkingsmassene består hovedsakelig av sand (93,85 %), men med noe silt (5,95 %) og leire (0,20 %). Nært tiltaksområdet vil partikkelspredningen kunne bestå av alle fraksjoner.

Videre horisontal utbredelse av partikler styres av kornstørrelse og strømningsforholdene. Området er preget av tidevannsstrøm. Tidevannets skiftende retning vil begrense den horisontale utbredelsen av partikler.

Frem til stans ble det lagt ut totalt 3516 mt tildekkingsmasse. Selv om prosentandelen av silt og leire i tildekkingsmassene er liten, blir totalmengden silt og leire tilført vannmassene tilstrekkelig til å danne den observerte blakking av vannsøylen.

1.6 Effekt på fisk

Påvirkning på torskeegg og torsk i tidlig livsstadier avhenger av kornstørrelse, eksponeringstid (oppholdstid av partikler i vannmassene) og partikkelskonsentrasjon over tid.

Kornstørrelse og eksponeringstid

Oppholdstiden/eksponeringstiden kan estimeres basert på synkehastighetene til de ulike fraksjonene. Suspendert stoff, spesielt partikler mellom 0,5-10 µm, kan feste seg til torskeeggenes overflate. Dette kan bidra til økt sannsynlighet for at eggene synker til bunnen og dør, klekker prematurt, eller opplever redusert overlevelse i larvestadiet.

Sand har en kornstørrelse på >63 µm, høy synkehastighet og kort oppholdstid i vannsøylen (ca. 6 timer). Sand vurderes derfor ikke til å ha vesentlig negativ påvirkning på torskeegg.

Silt og leire har en kornstørrelse på $<63 \mu\text{m}$ som i større grad fester seg på torskeeggene, en lengre oppholdstid i vannsøylen og derved større potensiale for negativ påvirkning på fisk i tidligere livsstadier.

Konsentrasjon

For at suspendert stoff i vannmassene skal kunne medføre vesentlig effekt på torskeegg- og larver må partikkelkonsentrasjonen i vannmassene være høy og vedvare over flere døgn.

Turbiditetsmålingene fra perioden med åpning i siltgardinen viser en forhøyet partikkelkonsentrasjon, på maksimum 53 FTU, og hadde en varighet på ca. 5 timer. Turbiditetsmålerene var plassert tett opptil siltgardinen. Partikkelkonsentrasjonen i dette området kan antas å bestå av alle fraksjoner. Sandfraksjonen vil raskt sedimentere med avstand fra siltgardinen, og dermed vil turbiditeten avta med avstand fra tiltaksområdet.

Erfaringsmessig er forholdet mellom målt turbiditet i FTU og målt partikkelkonsentrasjon mg/L i vannmassen er 1:1 så lenge turbiditeten består av mineralske partikler.

Forhøyet turbiditet nær tiltaksområdet kan ha medført økt dødelighet på torskeegg og larver i umiddelbar nærhet.

Partikkelkonsentrasjonen lengre ut fra tiltaksområdet vil bestå av silt. Teoretisk oppholdstid for silt kan variere fra ca. 6 timer til < 400 dager. Basert på at blakking av vannsøylen ikke var synlig etter et døgn, viser at den reelle oppholdstiden i vannmassene var kort.

Som en enkeltstående hendelse vurderes den derfor ikke å ha hatt negativ innvirkning på torskebestanden i Borgundfjorden.

1.7 Effekt på tareskog

Forhøydete konsentrasjoner av partikler i vannmassene kan føre til redusert lystilførsel som hindrer fotosyntese, samt tilslamming av tareskogen.

Basert på antagelsen at den visuelle blakkingen i vannsøylen er representert i et tynt sjikt i de øvre vannmassene og at den var borte i løpet av et døgn, anses det som lite sannsynlig at det kan ha medført redusert siktedyp og nedslamming av tareskogen.

Tareskogforekomstene er påvist i en avstand fra tiltaksområdet som tilsier at hverken eksponeringstiden eller konsentrasjonen er tilstrekkelig for å kunne medføre negativ effekt på tareskogen.

6 Referanser

- Butler, W., Guðmundsdóttir, L., Logemann, K., Langbehn, T., & Marteinsdóttir, G. (2020). Egg size and density estimates for three gadoids in Icelandic waters and their implications for the vertical distribution of eggs along a stratified water column. *Journal of Marine Systems*, 204, 103290.
- Chapman, J. M., Proulx, C. L., Veilleux, M. A. N., Levert, C., Bliss, S., André, M.-È., Lapointe, N. W. R., & Cooke, S. J. (2014). Clear as mud: A meta-analysis on the effects of sedimentation on freshwater fish and the effectiveness of sediment-control measures. *Water Research*, 56, 190–202.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.02.047>
- Cumming, H., & Herbert, N. A. (2016). Gill structural change in response to turbidity has no effect on the oxygen uptake of a juvenile sparid fish. *Conservation Physiology*, 4(1), cow033.
<https://doi.org/10.1093/conphys/cow033>
- Det Norske Veritas. (2010). *Miljøundersøkelser i Ålesund havn* (Nos. 2010-0997/ 12KMG9B-6).
https://alesund.kommune.no/_f/id6590895-6068-4f05-85b7-e01620b7318d/2010-undersokelser-oppvirvling-av-forurensset-sjobunn-og-analyse-av-biota-dnv.pdf
- Fall, J. J. E., Nedreaas, K. H., Ono, K., Otterå, H. M., & Gundersen, S. (2024). Kartlegging av menneskelig aktivitet på utvalgte gytefelt for kysttorsk nord for 62 N. *Rapport Fra Havforskningen*.
- Farkas, J., Nordtug, T., Svendheim, L. H., Amico, E. D., Davies, E. J., Ciesielski, T., Jenssen, B. M., Kristensen, T., Olsvik, P. A., & Hansen, B. H. (2021). Effects of mine tailing exposure on early life stages of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Environmental Research*, 200, 111447. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111447>
- Fiskeridirektoratet. (2025). *Fiskeri* [Map].
<https://portal.fiskeridir.no/portal/apps/webappviewer/index.html?id=ea6c536f760548fe9f56e6edcc4825d8>
- Havforskningsinstituttet. (2019, March 28). *Tema: Gyte- og utbredelsesområde kysttorsk sør*.
<https://www.hi.no/hi/temasider/arter/kysttorsk-nord-for-62n>

- Rambøll. (2022). *ASPEVÅGEN 2021—MILJØTEKNISK UNDERSØKELSE DATARAPPORT* (pp. 1–81).
https://alesund.kommune.no/_f/i4f4522e9-5518-40f5-9f0b-885d71f3ea38/m-rap-004-aspevagen-2021-miljoteknisk-undersokelse-datarapport-rev000.pdf
- Reinardy, H. C., Pedersen, K. B., Nahrgang, J., & Frantzen, M. (2019). Effects of Mine Tailings Exposure on Early Life Stages of Atlantic Cod. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 38(7), 1446–1454.
<https://doi.org/10.1002/etc.4415>
- Roberts, D. A. (2012). Causes and ecological effects of resuspended contaminated sediments (RCS) in marine environments. *Environment International*, 40, 230–243.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2011.11.013>
- Roleda, M. Y., & Dethleff, D. (2011). Storm-generated sediment deposition on rocky shores: Simulating burial effects on the physiology and morphology of *Saccharina latissima* sporophytes. *Marine Biology Research*, 7(3), 213–223. <https://doi.org/10.1080/17451000.2010.497189>
- Sundby, S. (1983). A one-dimensional model for the vertical distribution of pelagic fish eggs in the mixed layer. *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers*, 30(6), 645–661.
- Sundby, S., & Kristiansen, T. (2015). The principles of buoyancy in marine fish eggs and their vertical distributions across the world oceans. *PloS One*, 10(10), e0138821.
- Vann-nett. *Aspevågen*. <https://vann-nett.no/waterbodies/0301021900-C/map>
- Westerberg, H., Rönnbäck, P., & Frimansson, H. (1996). *Effects of suspended sediments on cod eeg and larvae and on the behaviour of adult herring and cod*. 1–14.
https://www.researchgate.net/publication/348995455_Effects_of_suspended_sediments_on_cod_eeg_and_larvae_and_on_the_behaviour_of_adult_herring_and_cod