

Mottakere: Frier Vest, ASPLAN VIAK
Utarbeidet av NIVA v/: NOG, JHA, CWF, ARU
Kopi:
Journalnummer: 0102/20
Prosjektnummer: 200043

Sak: Områdereguleringens innvirkning på forurensningssituasjonen i Frierfjorden

Notat fra Norsk institutt for vannforskning (NIVA) til Frier Vest, 6 mars 2020

Forfattere: Norman Green, Jarle Håvardstun, Camilla Fagerli, Anders Ruus

I forbindelse med reguleringsplan Frier Vest i Bamble kommune, har NIVA påtatt seg oppdraget med å vurdere områdereguleringens innvirkning på forurensningssituasjonen i Frierfjorden. Vurderingen baserer seg på foreliggende data og informasjon som oppdragsgiver Frier Vest AS ved Magnar Brekka og Asplan Viak ved Bjørg Wethal har fremskaffet.

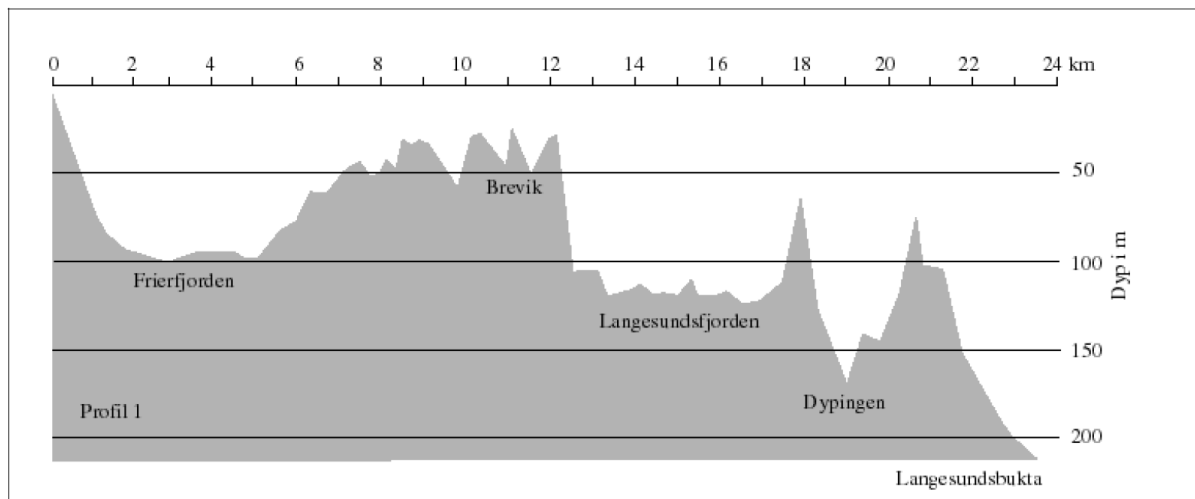
Innhold

NOTAT	1
Sak: Områdereguleringens innvirkning på forurensningssituasjonen i Frierfjorden	1
Forurensningssituasjonen i Frierfjorden	2
Historikk	2
Miljøgifter	2
Regional plan for vannforvaltning	6
Områderegulering for ny industri kai ved Rønningen i Frierfjorden	8
Konsekvenser av områdereguleringen for forurensningssituasjonen i Frierfjorden	10
Oppvirvling og spredning av forurensning i anleggsfasen	10
Oppvirvling og spredning av forurensning i driftsfasen: skipsoppvirvling	11
Miljørisiko i utfyllingsområdet for etablering av ny dypvannskai	14
Effekter av tildekking av forurenset sjøbunn som følge av utfylling for etablering av ny dypvannskai	17
Betydningen av å flytte trafikk fra eksisterende kaier til ny kai Frier Vest	18
Avsluttende betraktninger	19
Referanser	20

Forurensningssituasjonen i Frierfjorden

Historikk

Frierfjorden, med et areal på 20,2 km², er adskilt fra de ytre fjordområdene i Grenland av en grunn terskel på ca. 20 m ved Brevik (**Figur 1**). Videre utover i fjordsystemet er det flere grunne terskler som bidrar til at bunnvannet i fjordene har begrenset kontakt med kystvannet utenfor. Overflatevannet i Frierfjorden renner imidlertid fritt over tersklene. Ferskvann som kommer med Skienselva, Norges femtes største elv med en gjennomsnittlig årlig vannføring på 274 m³, gjør at overflatevannet svært lav saltholdighet. Dette gjelder spesielt i Frierfjorden, Brevikfjorden og Langesundsfjorden.



Figur 1. Bunnprofil av Grenlandsfjordene fra munningen av Skienselva innerst i Frierfjorden til Langesundsbukta som er åpen mot Skagerrak (Næs mfl. 2005).

Naturen i området har dannet grunnlaget for etablering av mange forskjellige virksomheter og stadig flere mennesker gjennom tidene, og det er tett bebyggelse rundt Frierfjorden og de øvrige Grenlandsfjordene. I området har det vært stor aktivitet knyttet til sjøfart, handel, skipsbygging og treforedlingsindustri gjennom flere århundrer. Senere ble kraftkrevende industri etablert ved Frierfjorden, da det var god adkomst til sjøvei og tilgang på kraft. Grenlandsfjordene er nå et av Norges største havneområder målt i godsslag, med store havneanlegg tilknyttet Grenland Havn (www.grenland-havn.no) og ulike industrihavner. Herøya Industripark ble etablert allerede på 1920-tallet. Industriutviklingen i første halvdel av 1900-tallet og etter andre verdenskrig bidro til velstandsutvikling i Norge, men på denne tiden var det lite bevissthet rundt miljøkonsekvenser av virksomhetene. Statens forurensningstilsyn (SFT, nå Miljødirektoratet) ble etablert i 1974, og samme året kom de første reguleringsene av utslipp fra virksomhetene ved Frierfjorden, og de første miljøundersøkelsene i Frierfjorden startet samme tiår.

Miljøgifter

Undersøkelsene i Frierfjorden har gjennom årene påvist høye konsentrasjoner av flere ulike miljøgifter, blant annet kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

og tributyltinn (TBT). Disse stoffene er blitt tilført fjordene fra industri, kommunale avløp, skipsverft og skipstrafikk (sistnevnte særlig TBT). Et miljøproblem som kjennetegner Frierfjordene og Grenlandsfjordene er forurensningen med klorerte organiske forbindelser, slik som polyklorerte bifenyler (PCB) og dioksiner (polyklorerte dibenzo-*p*-dioksiner og -furaner). Det var produksjonen i magnesiumfabrikken på Herøya (1951-2002) som førte til utilsiktet dannelse av disse forbindelsene, og vaskevannet fra rensing av avgasser var hovedkilden til utslippene til fjordsystemet. Dioksiner og andre tungt nedbrytbare organiske miljøgifter har lang levetid i miljøet (høy persistens) og har lav vannløselighet. De har derfor høy affinitet for partikler som synker ut av vannsøylen og sedimenteres på sjøbunnen. De største og tyngste partiklene vil synke raskt, mens lettere partikler kan holde seg i vannmassene i lengre tid og dermed transporteres langt før de ender opp på sjøbunnen. De høyeste konsentrasjonene av miljøgifter i sedimentet vil derfor generelt finnes nær utslippspunktet, men spor av utslipp kan måles over store avstander. Dette er tilfellet i Grenlandsfjordene. Når utslipp av miljøgifter opphører, vil nytt og renere partikulært materialet gradvis legge seg på sedimentene, men en slik naturlig forbedring er en langsom prosess. Forurensset sediment kan derfor utgjøre en kilde til miljøgifter til et område lenge etter at utslipp opphører.

Miljøgifter i sedimentet vil være bundet til partikler, men over tid vil det være prosesser som fører til utlekking til omkringliggende vannmasser, først til porevannet i sjøbunnen og deretter til overliggende vann. Sedimentet i seg selv kan også resuspendere til vann ved påvirkning av for eksempel strøm, gravende organismer, ankring eller propelloppvirvling. Marine organismer kan ta opp miljøgifter fra vannmassene og sedimentene enten via partikler de filtrerer ut av vannet, slik mange muslinger gjør, eller direkte gjennom huden og særlig gjelleoverflaten. Organismer tar også opp miljøgifter gjennom det de spiser, f.eks. fisk som spiser bunnlevende byttedyr. Flere miljøgifter, slik som kvikksølv, PCB og dioksiner, bioakkumulerer (stoffet «hoper seg opp» i organismen, siden opptaket er raskere enn utskillelse) og biomagnifiserer (konsentrasjonen øker med høyere trinn i næringskjeden). Det er vist at marine organismer (slik som blåskjell, torsk og krabbe) i Frierfjorden og øvrige Grenlandsfjorder er forurensset med ulike miljøgifter, blant annet dioksiner. Dette er bakgrunnen for at Mattilsynet har gitt følgende advarsel mot å spise fisk og sjømat fra Grenlandsfjordene (sist vurdert 2013):

«Ikke spis fisk og skalldyr fra Frierfjorden og Voldsfjorden ut til Brevikbroen. Spis heller ikke sjøørret fisket i Skiensvassdraget, Herrevassdraget og andre mindre vassdrag som munner ut i disse eller i Frierfjorden. Ikke spis reker fangstet i Eidangerfjorden. Spis heller ikke krabbe fangstet mellom Brevikbroen (inkludert Eidangerfjorden) og en ytre avgrensning gitt av en rett linje fra Mølen (nord for Nevlunghavn), til Såsteins søndre odde, og videre via Mejulen, Kråka og Kårsholmen til fastlandet.»

Frierfjorden (vannforekomst ID: 0110010701-C) er i Vann-nett nå karakterisert som en sterkt ferskvannspåvirket fjord (Saltholdighet: Skagerak, 5-25). Vannforekomsten er vurdert til å ha moderat økologisk tilstand. Vannforekomsten er også klassifisert til å ikke oppnå god kjemisk tilstand, blant annet på grunn av forhøyede konsentrasjoner av enkelte polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), Heksaklorbenzen (HCB), tributyltinn (TBT), kvikksølv (Hg) og kadmium (Cd). Det er notert stor påvirkning fra diffus forurensset sjøbunn hvor dioksiner og PCB er pekt på som hovedpåvirker blant miljøgiftene.

Karakteriseringen i Vann-nett og advarselen fra Mattilsynet er basert på kunnskap generert gjennom miljøundersøkelser foretatt i Grenlandsfjordene. Så tidlig som i 1973 lagde NIVA et forslag til miljøovervåking av Grenlandsfjordene, og i årene etter dette har det vært gjennomført en lang rekke av miljøundersøkelser i fjordsystemet. Regelmessig overvåking av Frierfjorden og de øvrige Grenlandsfjordene ble i mange år gjennomført som en del av Statlig program for forurensningsovervåking, som ble administrert av Miljødirektoratet. Denne overvåkingen ble avsluttet i 2012. Undersøkelsen i 2012 viste at det for Frierfjorden ikke har vært noen systematisk endring av dioksininnholdet i torskelever fra 2002 til 2012 (Ruus mfl. 2013). Nivåene lå stabilt høyere enn i fjordområdene utenfor, og forskjellen mellom områdene hadde ikke endret seg over tid. Nivået av dioksiner i skallinnmat av hannkrabber var klart lavere i perioden 2008-2012 enn i 1987-2000 (ingen data for perioden 2001-2007), men var fortsatt ca. 10 ganger høyere enn ved Jomfruland. Dioksinnivåene i klokjøtt lå over EUs grenseverdi for dioksiner i fisk og fiskerivarer og hadde ikke endret seg systematisk siden 2006.

Sedimenter og bløtbunnsfauna ble også undersøkt i 2012 (Bakke mfl. 2013). Bløtbunnsfauna er en indikator for påvirkning av forurensning, spesielt av næringssalter og organisk belastning som kan føre til oksygensvikt i bunnvannet. Undersøkelsen i 2012 viste forhøyede konsentrasjoner av dioksiner og PCB, samt av TBT i sedimentet i Frierfjorden. Den økologiske tilstanden i Frierfjorden varierte fra meget god på de grunne stasjonene (20-30 m) til død bunn på de dypeste (70-90 m). Resultatene fra SPI-undersøkelser («Sediment Profile Imagery») i Frierfjorden viste at det var gode forhold for fauna basert på BHQ-indeksen («Benthic Habitat Quality») ned til 60 meters dyp både på øst- og vestsiden av fjorden. Fra 70 til 93 meters dyp var tilstanden moderat til meget dårlig. Basert på SPI-bildene er det tilsynelatende dårlige oksygenforhold som er årsaken til at tilstanden forverres på dypet. Bløtbunnsfaunaen i Frierfjorden og områdene utenfor har over tid vist en svak forbedring (Bakke mfl. 2013). I Frierfjorden hadde nedre grense for faunaforekomst flyttet seg ca. 10 m nedover fra 2001 til 2012, dvs. fra 50-60 m dyp til omtrent 70 m dyp. Nedre dybdegrense for faunaforekomst var den samme på begge sider av fjorden. Undersøkelsen i 2012 viste imidlertid en svak forverring av faunatilstand (noe lavere NQI1-indeksverdi på de fleste stasjonene) sammenlignet med undersøkelsen i 2008, spesielt på vestsiden av Frierfjorden.

I 2015 ble det på nytt gjennomført en omfattende undersøkelse på oppdrag for 11 bedrifter i Grenlandsområdet i forlengelsen av Miljødirektoratets pålegg om tiltaksrettet overvåking til norsk industri (Fagerli mfl. 2016). Hensikten med overvåkingen var å identifisere hvorvidt bedriftenes utslipp påvirker vannforekomstens økologiske og kjemiske tilstand slik den er definert i Vannforskriften. For Frierfjorden viste denne undersøkelsen blant annet følgende:

- De to undersøkte bløtbunnstasjonene i Frierfjorden viste moderat økologisk tilstand.
- Industriell tilførsel av suspendert stoff, TOC, næringssalter samt belastning fra Skienselva og kommunale renseanlegg bidrar til at stasjoner i nærheten av bedriftene ikke oppnår god økologisk tilstand, men de økologiske forholdene bedres utover i fjordsystemet.
- Ingen av de undersøkte sedimentstasjonene oppnår god kjemisk tilstand. Det er særlig PAH-forbindelser på EUs liste over prioriterte miljøgifter, kvikksølv, TBT og klororganiske forbindelser (som dioksiner) som overskrider grenseverdiene i sediment. TBT og kvikksølv overstiger grenseverdiene også i blåskjell. Flere vannregionspesifikke stoffer overstiger grenseverdiene i sediment (andre PAH-forbindelser og enkelte metaller).

For å oppnå Vannforskriftens mål om god økologisk og kjemisk tilstand må miljøtilstanden i Grenlandsfjordene forbedres, basert på tilstandsklassifiseringen på stasjonene som inngikk i overvåkingen i 2015. Med hensyn til kjemisk tilstand skyldes overskridelsene av grenseverdier for miljøgifter i sediment særlig tidligere industriutslipp av miljøgifter, men tilførselsbidragene fra Skienselva, renseanlegg og avrenning fra urbane flater er også viktige. Økologisk tilstand styres primært av andre faktorer enn miljøgifter, men forhøyede miljøgiftkonsentrasjoner i sedimentet vil hindre at økologisk tilstand kan klassifiseres til bedre enn «moderat». Neste overvåkning skal etter planen gjennomføres i 2021.

I tillegg til systematisk overvåkning i Grenlandsfjordene i form av langtidsprogrammer og myndighetspålagt overvåkning, er det gjennomført flere store forskningsprosjekter som har resultert i en lang rekke av fagrapporter og internasjonale vitenskapelige publikasjoner:

- DIG - Dioksiner i Grenlandsfjordene, et NIVA-prosjekt finansiert over NFRs program PROFO (2000-2004),
- Opticap, et NGI-prosjekt finansiert over NFRs BIA-program (2009-2012) og
- Thinc, et NIVA-prosjekt finansiert av Fylkesmannen i Telemark og Norsk Hydro (2009-2011).

Formålet med forskningen har vært å forstå prosesser som styrer forurensningssituasjonen og å vurdere mulige tiltaksløsninger. Under prosjektet DIG ble det utviklet modell for Grenlandsfjordene som knytter sammen abiotiske og biotiske prosesser for å predikere utvikling i forurenset sjøbunn og konsekvenser for miljøgiftnivåer i organismer.

Fra myndighetenes side er det siden 2003 igangsatt en rekke utredninger av mulige tiltaksløsninger, og det er utarbeidet en helhetlig tiltaksplan for forurenset sjøbunn i Grenlandsfjordene (Helland mfl. 2004, Olsen 2006, Olsen 2012) og i Gunneklevfjorden (Olsen mfl. 2015). Som en del av dette arbeidet er det også gjort undersøkelser i Grenlandsfjordene, bl.a. med direkte relevans til forstyrrelser og oppvirvling av bunnsedimenter. I juni 2008 ble det gjennomført en undersøkelse av sedimentoppvirvling i forbindelse med tråling i Eidangerfjorden (merk ikke Frierfjorden) (Molvær mfl. 2012). Resultatene viste markert partikkelspredning til 15-18 m over bunnen og i en bredde på ca. 150 m. Mengde oppvirvlet dioksin kunne beregnes til størrelsesorden 5-50 mg toksisitetsekvivalenter (TE) fra det tråltrekket som her ble studert. Det ble bemerket at det vil skje en desorpsjon av dioksin fra de oppvirvlede partiklene som kan føre til en økt konsentrasjon av løst dioksin til de bunn-nære vannmassene.

Det er også gjennomført en risikovurdering av propelloppvirvling av sedimenter ved Rafnes industriområde (Håvardstun mfl. 2012), ved bruk av Klifs risikoveileder (SFT TA-2230/2007), og vedlegg A.3 til (SFT TA- 2231/2007). Undersøkelsen viste at oppvirvling fra skipspropeller hadde størst betydning for spredning av metaller, men var også viktig for spredning av tyngre PAH-forbindelser og flere av PCB-forbindelsene. Beregningene viste videre at skipstrafikken ved Rafnes totalt kan virvle opp ca. 1,6 g TE/år av dioksiner.

Det kan også nevnes at i et innspill til kystsoneplan for Telemark (Rinde mfl. 2018) ble det bemerket at «oppankring og manøvrering ved kai og i grunne områder vil medføre oppvirvling av bunnsedimenter. Effekten av dette kan være nedslamming av omkringliggende områder og resuspensjon av forurensede partikler med fare for spredning av forurensning. Miljødirektoratets

risikoveileder for forurenset sjøbunn (veileder M-409/2015) gir et grunnlag for en standard beregning av mengde partikler som virvles opp fra sjøbunnen i tilknytning til propellaktivitet ved ulike dyp, avhengig av skipets størrelse, dyptgående og lengde på anløpstraséen. Slike beregninger er derfor gjort i mange konkrete sammenhenger, både ved gjennomføring av miljørisikovurderinger av forurenset sjøbunn utenfor virksomheter og havner, og i forbindelse med konsekvensutredninger f.eks. i forbindelse med havneutbygginger. Det foreligger imidlertid ikke noe tilsvarende beregningsverktøy for å beregne resuspensjon som følge av oppankring, for eksempel i Frierfjorden i forbindelse med godstrafikk til og fra Grenland havneområde».

Regional plan for vannforvaltning

Frierfjorden er en vannforekomst innenfor vannregion Vest-Viken og i likhet med andre vannforekomster i Norge omfattes vannforekomsten av vannforskriften som trådte i kraft 1. januar 2007. Målsetningen med vannforskriften er å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomstene i de enkelte vannregionene. Ved implementering av vannforskriften har alle vannforekomster fått konkrete og målbare miljømål og det er utarbeidet og vedtatt forvaltningsplaner med tiltaksprogram for å nå miljømålene innenfor de ulike vannregionene. Forvaltningsplanene rulleres hvert 6. år. I planperiode 2016-2021 er hovedmålet i henhold til vannforskriften at alle vannforekomstene skal ha minst «God» økologisk og kjemisk tilstand. De spesifikke miljømålene skal i utgangspunktet nås innen 2021.

Ifølge Vann-nett¹ vannforekomst Frierfjorden har økologisk status som «Moderat» basert på undersøkelse av bunnfauna (i 2015) samt total nitrogen og total fosfor i vannsøylen (i 2018). Av de vannregionspesifikke stoffene registrert i Vann-nett er kun kobber undersøkt, og måleverdiene tilsier «God» tilstand for denne parameteren (i 2016). Men Fagerli mfl. (2016) har også vist at enkelte forbindelser av PAH og PCB, samt arsen og sink er i ikke i god tilstand. Vannregionspesifikke stoffer er nasjonalt bestemt, og inngår som økologisk støtteelement og benyttes til eventuell nedjustering av økologisk tilstand. Hvis noen av de vannregionspesifikke stoffene har «Dårlig» tilstand, blir den samlede økologiske tilstanden for vannforekomsten redusert ned fra «God» eller «Svært god» til «Moderat» økologisk tilstand. I vannforekomster der økologisk tilstand er «Moderat» eller dårligere «skal det (med visse unntak) iverksettes tilstrekkelige miljøforbedrende eller restaurerende tiltak slik at miljømålet (god tilstand) nås»².

Kjemisk tilstand for Frierfjorden er basert på undersøkelse av en eller flere av EUs 45 prioriterte stoffer. I Frierfjorden er kjemisk tilstand «Dårlig» basert på 19 av disse stoffene, som følge av at «Dårlig» tilstand er registrert for 13 (av 19) stoffer i sediment; kvikksølv, kadmium, TBT, HCB, PFOS, triklorbenzen og syv enkelte PAH-forbindelser undersøkt i perioden 2010-2016, og for en – kvikksølv - (av åtte) stoffer i torsk og/eller blåskjell undersøkt i perioden 2009-2011.

¹ <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/0110010701-C>

² Klassifisering av miljøtilstanden i vann – Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2018. 1.juni 2018.
<http://www.vannportalen.no/globalassets/nasjonalt/dokumenter/veiledere-direktoratsgruppa/Klassifisering-av-miljotilstand-i-vann-02-2018.pdf>

Ifølge Vann-nett er vannforekomsten i «Stor grad» påvirket av diffus avrenning fra kysttransport, fysiske endringer grunnet havneanlegg eller marine konstruksjoner, punktutslipp fra industri, diffus forurensset sjøbunn og forsøpling eller ulovlig søppeltipping og bare i «Middels grad» påvirket av diffus avrenning fra havneaktivitet og industri, og punktutslipp fra renseanlegg. Forurensset sjøbunn er altså vurdert som en av de viktige påvirkningene til Frierfjorden.

I inneværende planperiode (2016-2021) er det 11 tiltak som er knyttet til vannforekomst Frierfjorden: et som er foreslått, et planlagte, fire startet og fem er avsluttet. I neste planperiode (2022-2027) er det foreløpig et tiltak som er utsatt, et foreslått og to planlagt. Av disse tiltakene er det følgende som berører forurensset sjøbunn:

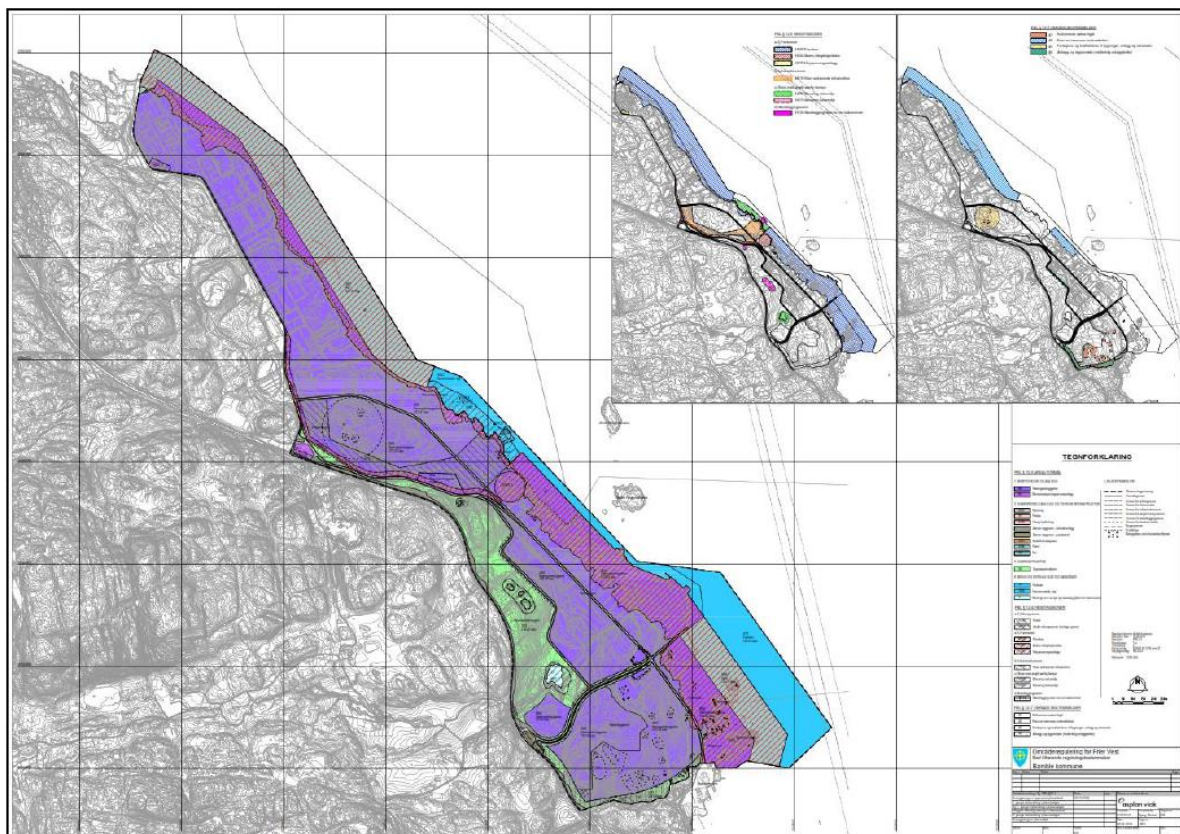
- Planperiode 2016-2021
 - Utrede tiltak for å redusere oppvirvling av forurensede sedimenter fra ankring (5108-107-M, foreslått).
 - Frierflaket, undersøkes og risikovurdere (MHHS1) (5108-63-M, planlagt).
 - Frierfjorden undersøkelser og samlet vurdering av påvirkninger; oppdatert 2020 (MHHS1) (5108-50-M, startet).
 - Overvåking -modellering DHI (MHHS1) (5108-64-M, startet).
 - Torsbergrenna grunnlag for forslag til farledsutdyping (MHHS1) (5108-51-M, ferdig).
 - Mudring ved kaianlegg Herøya (IN12) (5102-2061-M, ferdig).
 - Utredning av skipsoppvirvling av forurensning ved kaien på Herøya (MHHS1) (5102-2062-M, ferdig).
 - Utslppsreduserende tiltak Frierfjorden (IN12) (5102-746-M, ferdig).
- Planperiode 2017-2026
 - Frierfjorden; utarbeide tiltaksplan for deler av fjorden der tiltak er mulig (MHHS1) (5108-91-M, utsatt).
 - Eramet Norway AS avd Porsgrunn - Tiltak for å redusere diffuse utslipp (IN12) (5108-1-M, foreslått).

De aktiviteter som er planlagt av Frier Vest i forbindelse med områdereguleringen kan ha betydning for planlagt risikovurdering av Frierflaket (tiltak 5108-63-M) og påbegynt tiltak for samlet vurdering av påvirkninger (5108-50-M), overvåking og modellering relatert til forurensset sjøbunn (5108-64-M) og problemkartlegging av skipsverft (5102-748-M).

Miljødirektoratets Innspillskonferanse i 2018 dannet utgangspunkt til et forslag til en helhetlig plan for Oslofjorden hvor bla. Vest-Viken er inkludert (Miljødirektoratet mfl. 2019). Vannforskriften ligger sentralt i planens utforming i og med den helhetlige planen bla. skal etterstrebe oppnåelse av konkrete miljømål som god miljøtilstand og å verne biologisk mangfold. Planen skal omfatte restaurering av viktig naturverdier og fremme av et aktivt friluftsliv, og et av tiltakene i denne sammenheng er «Innsatsområde 1» om å bedre allmennhetens tilgang til strandsonen. Enhver utbygging av strandsonen må sees opp mot dette innsatsområdet. Imidlertid ligger det allerede bestemmelser og føringer om dette i PBL og i Statlige planretningslinjer for differensiert forvaltning av strandsonen langs sjøen.

Områderegulering for ny industri kai ved Rønningen i Frierfjorden

Bamble kommune, Ineos Bamble AS og Grenland havn IKS har etablert aksjeselskapet Frier Vest AS, med tanke på å utvikle nye industriarealer på Frier Vest i Frierfjorden, Bamble kommune. Selskapet har igangsatt en områderegulering. Planområdet fremgår av **Figur 2**.



Figur 2. Oversikt over planområdet Frier Vest datert 20.5.2019 (fra Berulfsen 2019).

Hovedhensikten med områdereguleringen er å legge til rette for:

- Utvikling av næringsbebyggelse herunder tyngre industri, produksjonsbedrifter, prosessanlegg, biogassanlegg, tankanlegg, kjøleanlegg, virkesterminal (tømmerterminal), logistikkvirksomheter og lagervirksomhet med tilhørende funksjoner; fakler, rørgater og traseer for teknisk infrastruktur og parkering
- Råstoffutvinning
- Etablering av et logistikknutepunkt med tilgang til havn, overordnet vegnett og mulighet for tilkopleing til bane

Planområdet omfatter eksisterende industri øst for fylkesvei 353 Herreveien på vestsiden av Frierfjorden.

Industriområdet består i dag av følgende virksomheter

- Inovyn Norge AS på Rafnes
- Klor/VCM-fabrikk (Klor inngår i VCM, mens VCM benyttes som råstoff i PVC-produksjon)
- Noretyl AS på Rafnes
- Prosessanlegg (Etylenfabrikk)
- Tankanlegg
- Rørgate
- Fakkell m/sikkerhetssone
- Kaianlegg
- Ineos Bamble AS på Rønningen
- Polyetylenfabrikk

Reguleringsplanen inkluderer utfylling og etablering av ny dypvannskai fra Asdalstranda til Asdalstangen, som illustrert i **Figur 3**.



Figur 3. Illustrasjon av planområdet med utfylling og anlegg av dypvannskai (fra Berulfsen 2019).

Undersøkelser i forbindelse med reguleringsarbeidet har vist at området for utfylling og kai (ca. 200 000 m²) består av bløte/meget bløte silt-/leirmasser (Gustavsen 2018). Over antatt fjell er det registrert ca. 0,2-7 m med sandige/grusige masser (morene). Det er ikke påvist kvikkleire ved undersøkelsene. Vannndyp ved planlagt kaifront vil være ca. 20 m. Innenfor det planlagte utfyllingsområdet er det gjennomført sedimentundersøkelser og analysert for miljøgifter (Wethal 2019). Resultatene viser i hovedsak lave konsentrasjoner av miljøgifter, med unntak av TBT og enkelte PAHer (**Tabell 1**). Det er ikke målt på dioksiner.

Tabell 1. Resultater av sedimentundersøkelser vurdert mot tilstandsklasser i veileder M-608/2016. De ulike klassene er gitt fargekoder, som vist til høyre i tabellen. TBT overskrider klasse 5, men overskrider ikke administrativ grenseverdi på 35 µg/kg (Wethal mfl. 2019).

Prøvetaking desember 2018														
TILSTANDSKLASSE	Prøvested	FRI1	FRI4	FRI6	FRI7	FRI8	FRI9	FRI11	G.snitt	Øvre klassegrense				
Parameter	Enhet/Dybde									1	2	3	4	5
Veileder M608-2016														
Tungmetaller														
Arsen (As)	mg/kg	5,5	5,1	4	6,2	5,1	5,1	6	5,3	15	18	71	580	>580
Bly (Pb)	mg/kg	30	13	9,5	47	24	38	27	26,9	25	150	480	2000	>2000
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,11	0,046	0,046	0,21	0,27	0,13	0,09	0,129	0,2	2,5	16	157	>157
Kobber (Cu)	mg/kg	10	5,5	4,6	12	9,2	10	11	8,90	20	84	84,0	147	>147
Krom (Cr)	mg/kg	9,8	7,1	5,2	12	7,3	9,8	11	8,89	60	660	6000	15500	>15500
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,257	0,096	0,116	0,434	0,565	0,429	0,232	0,3041	0,050	0,520	0,75	1,45	>1,45
Nikkel (Ni)	mg/kg	6,7	5,5	4	7,7	5	6,4	7,2	6,07	30	42	271	533	>533
Sink (Zn)	mg/kg	59	35	29	67	63	62	69	54,9	90	139	750	6690	>6690
TBT	µg/kg	31	2,5	2,5	5,5	4,1	6,1	4,7	8,1		0,002	0,016	0,032	>0,032
PCB7	µg/kg	0,73	0	0	1,7	3,2	3,9	0	1,4		4,1	43	430	>430
Benzo(a)pyren	µg/kg	120	21	27	150	200	150	77	106,4	6	183	230	13100	>13100
Naftalen	µg/kg	<10	<10	<10	11	14	13	<10	<11,1	2	27	1754	8769	>8769
Antracen	µg/kg	13	<10	<10	15	18	17	<10	<13,3	1,2	4,6	30	295	>295
Fluoranten	µg/kg	73	23	25	87	73	85	88	64,9	8	400	400	2000	>2000
Benzo(b)fluoranten	µg/kg	230	39	52	280	380	320	150	207,3	90	140	140	10600	>10600
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	82	16	20	97	103	110	55	69,0	90	135	135	7400	>7400
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg	150	25	33	160	220	180	95	123,3	20	63	63	2300	>2300
Benzo(g,h,i)perylene	µg/kg	150	25	32	160	220	170	91	121,1	18	84	84	1400	>1400
Acenaftylen	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10,0	1,6	33	85	8500	>8500
Fluoren	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10,0	6,8	150	694	34700	>34700
Fenantren	µg/kg	41	11	13	44	44	46	34	33,3	6,8	780	2500	25000	>25000
Pyren	µg/kg	80	25	29	110	97	100	78	74,1	5,2	84	840	8400	>8400
Benzo(a)antracen	µg/kg	49	14	17	62	64	65	51	46,0	3,6	60	501	50100	>50100
Krysen/Trifenylene	µg/kg	42	13	12	49	49	51	41	36,7	4,4	280	280	2800	>2800
Acenaften	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10,0	2,4	96	195	19500	>19500
Dibenzo(a,h)antracen	µg/kg	25	<10	<10	<10	<10	<10	17	<13,1	12	27	273	2730	>2730
Sum PAH16	µg/kg	1100	210	260	1300	1500	1300	780	921,4		2000			

Konsekvenser av områdereguleringen for forurensningssituasjonen i Frierfjorden

Områdereguleringen legger til rette for etablering av ny dypvannskai som innebærer økt kapasitet for skipsanløp til Frierfjorden. Både anleggsperioden og driftsfasen vil potensielt kunne forårsake oppvirling og spredning av forurensede sedimenter med risiko for negative miljøkonsekvenser. På den annen side vil utfyllingen for etablering av ny dypvannskai dekke over eksisterende sjøbunn og de forurensninger som er bundet i denne. Overdekking medfører at miljøgiftene i utfyllingsområdet tas ut av sirkulasjon, som i praksis betyr at de ikke kan lekke ut til overliggende vann og heller ikke vil være tilgjengelig for opptak i bunnlevende organismer. Relevansen av disse mulige konsekvensene i forbindelse med områdereguleringen ved Rønningen er drøftet i det følgende.

Oppvirling og spredning av forurensning i anleggsfasen

I anleggsfasen (utfylling og etablering av kaifront) må det påregnes forstyrrelser av eksisterende sjøbunn med en kortere periode der det er fare for oppvirling og spredning av forurensede sedimenter. De langsiktige resultatene kan imidlertid forventes å gi en nedgang i spredning som følge av overdekking av forurenset sjøbunn. Utfyllingen har dermed paralleller til et oppryddingstiltak for forurenset sjøbunn. I veileder M-350/2015 for håndtering av sediment er utarbeidelse av et miljøbudsjett for gjennomføringsperioden omtalt. Miljødirektoratet har fått utredet muligheter for å bruke miljøgiftbudsjett ved gjennomføring av oppryddingstiltak i forurenset sjøbunn i rapporten «Bruk av miljøgiftbudsjett ved gjennomføring av tiltak i forurenset

sjøbunn. Utredning av muligheter» (TA-2804). Det foreligger et verktøy og en veiledning i denne rapporten.

Erfaringene med bruken av miljøgiftbudsjett har imidlertid vært blandede og Miljødirektoratets vurdering er at det ikke foreligger tilstrekkelig gode verktøy for dette. Fra Miljødirektoratets side er det derfor ikke ønskelig at det generelt stilles krav om bruk av verktøyet i tillatelser til eller pålegg om opprydding i forurenset sjøbunn, og de tilrår følgende føringer:

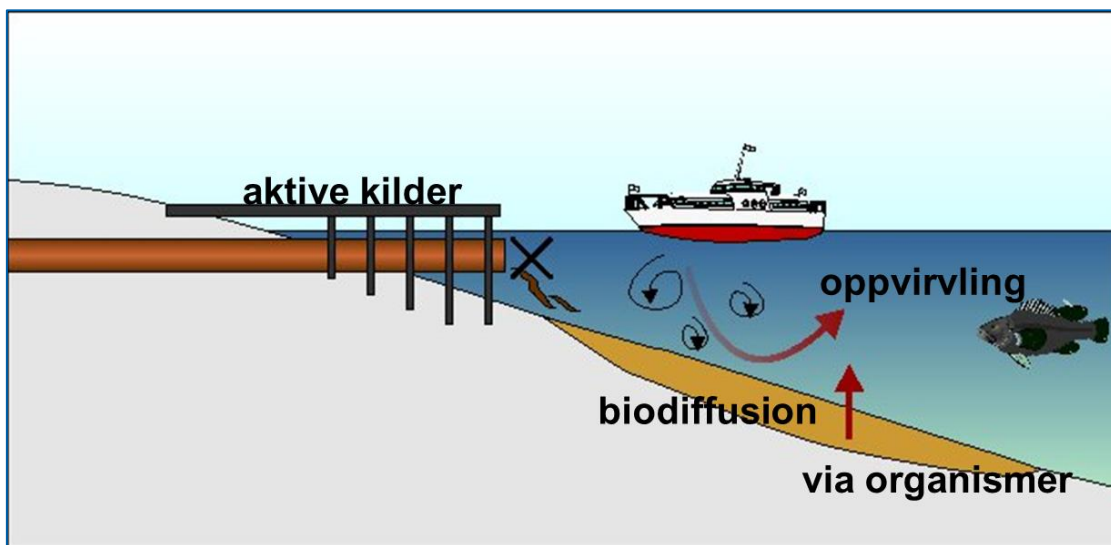
- Det anses uhensiktsmessig å bruke verktøyet på små tiltaksprosjekter.
- Miljøbudsjett skal kun brukes til å beregne spredning ut av tiltaksområder - ikke innbyrdes mellom delområder.
- Det kan være tilrådelig å bruke budsjett-, og ikke regnskapsdelen av verktøyet.
- Kun miljøgifter som er styrende for at det gjøres tiltak skal inngå i budsjettet.
- Det kan være hensiktsmessig å bruke verktøyet på utvalgte ekstra store prosjekter der det ellers ligger til rette for å få dette til.

Selv om disse føringene gjelder oppryddingstiltak, vil vurderingene være relevante for utfyllingsprosjektet. Før utfyllingen er prosjektert er det imidlertid ikke grunnlag for å beregne hvor stor oppvirvling som kan forekomme.

For å hindre spredning av forurensede sedimenter under utfyllingen vil det være aktuelt å iverksette avbøtende/spredningshindrende tiltak. Dette gjøres vanligvis i form av installasjoner som begrenser partikkelspredning, og mest vanlig ved bruk av siltgardin. Kontinuerlige turbiditetsmålinger utenfor siltgardinen og i upåvirkede referanseområder vil gi informasjon om uakseptabelt forhøyede partikkelkonsentrasjoner i vannsøylen og praksis er at arbeidet stoppes til nivåene er akseptable. Krav om avbøtende tiltak følger vanligvis av tillatelse til tiltak.

Oppvirvling og spredning av forurensning i driftsfasen: skipsoppvirvling

Skipstrafikk og -anløp innebærer generelt aktiviteter som kan bidra til oppvirvling og spredning av forurensede sedimenter. Oppvirvling kan forekomme både som følge av propellpåvirkning og ved at skipet er i direkte kontakt med sjøbunnen dersom dybden ikke er tilstrekkelig. Dette mulige forurensningsbidraget vil komme i tillegg utlekking, biodiffusjon (oppvirvling pga. gravende dyr i sedimentet) og transport via organismer, samt tilførsler fra aktive kilder på land, som vist i **Figur 4**.



Figur 4. Oversikt over mekanismer som bidra til spredning av forurensede partikler (illustrasjon NIVA/NGI).

Det er tidligere gjort beregninger av hvilken betydning skipsoppvirvling av sedimenter har på spredning av miljøgifter både ved Rafnes industriområde. (Håvardstun m.fl. 2012) og ved Herøya Håvardstun mfl. 2010). Disse beregningene er basert på Trinn 2 i Miljødirektoratets veileder M-409/2015 for risikovurdering av forurenset sediment med unntak av dioksiner som er beregnet separat ettersom disse forbindelsene ikke var inkludert i Risikoveilederen i 2012. I **Tabell 2** er skipsgenerert oppvirvling fra disse beregningene i 2010 og 2012 sammenstilt. Tabellen viser total spredning fra sediment ved de to kaianleggene, og andelen av den totale spredningen som er forårsaket av propellersosjon ved skipsanløp i løpet av ett år.

Tabell 2. Tabellen viser total spredning av miljøgifter fra sediment, og spredning generert av skipstrafikk alene ved tre kaier på Rafnes og syv industrikaier ved Herøya. Data i tabellen er hentet fra NIVA-rapportene Håvardstun mfl. 2012 for Rafnes og Håvardstun mfl. 2010 for Herøya. Beregningene er basert på Trinn 2 risikovurderinger ved å benytte veileder M-409/2015 og separate beregninger for dioksiner ettersom de ikke inngikk i veilederen i 2012.

	Rafnes totalspredning kg/år	Rafnes skipsgenerert spredning kg/år	Rafnes %spredning fra skip	Herøya totalspredning kg/år	Herøya skipsgenerert spredning kg/år	Herøya %spredning fra skip
Arsen	18,44	2,30	12,5	10,9	5,82	54,0
Bly	52,56	16,50	31,4	44,9	42,95	96,0
Kadmium	0,44	0,10	22,7	1,0	0,98	96,0
Kobber	32,64	8,10	24,8	80,3	71,34	89,0
Krom totalt (III + VI)	13,74	4,40	32,0	9,4	9,05	97,0
Kvikksølv	0,64	0,20	31,3	0,5	0,46	95,0
Nikkel	21,95	3,40	15,5	11,9	7,22	61,0
Sink	117,49	35,23	30,0	104,4	96,01	92,0
Naftalen	19,45	0,07	0,4	69,6	0,85	1,0
Acenafylen	4,57	0,02	0,4	1,7	0,05	3,0
Acenaften	0,71	0,01	1,4	18,2	0,22	1,0
Fluoren	0,69	0,01	1,5	5,3	0,10	2,0
Fenantren	2,12	0,05	2,4	7,7	0,48	6,0
Antracen	0,73	0,02	2,8	2,2	0,21	9,0
Fluoranten	0,71	0,06	8,5	6,4	1,03	16,0
Pyren	1,41	0,07	5,0	7,1	0,76	11,0
Benzo(a)antracen	0,39	0,06	15,5	2,5	0,68	27,0
Krysen	0,51	0,05	9,7	5,4	0,73	14,0
Benzo(b)fluoranten	1,06	0,15	14,1	4,9	0,98	20,0
Benzo(k)fluoranten	0,37	0,05	13,4	2,1	0,39	18,0
Benzo(a)pyren	0,68	0,09	13,3	3,4	0,69	20,0
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,37	0,08	21,5	1,1	0,47	41,0
Dibenzo(a,h)antracen	0,11	0,02	18,2	0,4	0,14	36,0
Benzo(ghi)perylene	0,56	0,09	16,1	2,0	0,47	23,0
Sum PAH16	34,42	0,90	6,0	140,0	8,25	6,0
PCB 28	0,00745	0,00016	2,1	0,010	0,00	3,0
PCB 52	0,01901	0,00028	1,5	0,090	0,00	1,0
PCB 101	0,00747	0,00058	7,8	0,030	0,00	5,0
PCB 118	0,00156	0,00039	25,0	0,00	0,00	34,0
PCB 138	0,00712	0,00075	10,5	0,020	0,00	7,0
PCB 153	0,00195	0,00054	27,7	0,00	0,00	49,0
PCB 180	0,00239	0,00038	15,9	0,040	0,02	42,0
Tributyltinn (TBT-ion)	85,95	0,49	0,6	10,300	0,38	4,0
Lindan	0,02842	0,00033	1,2	0,00		
Heksaklorbenzen	23,553	0,016	6,6	2,02	0,07	4,0
Pentaklorbenzen	0,136	0,005	3,7	0,62	0,02	3,0
PCB7	0,05	0,0031	6,6	0,2	0,0261	12
Dioksiner og dioksinlignende forbindelser	0,00472	0,0016	33,9		0,0018	

Skipsgenerert spredning i kg/år for de enkelte stoffene er høyere ved Herøya enn ved Rafnes, med unntak av TBT, og det er også andelen av spredningen som forårsakes av skipsoppvirvling. Totalspredning av dioksin ved Herøya er ikke kjent, og heller ikke hvor stor andel av skipsgenerert spredning som henholdsvis resedimenterer eller spres videre i fjorden. En vesentlig styrende faktor for disse beregningene av bidraget fra skipsoppvirvling, er traselengder grunnere enn 20 m. Traselengde lagt til grunn for beregningene for Rafnes er hhv 450 m ved kai 1, 270 m ved kai 2, og 500 m ved kai 3. For kaiene ved Herøya varierer traselengden mellom 12 m og 1700 m for de ulike kaiene. Til sammenligning er det antatt at trase mot ny dypvannskai ved Rønningen i sin helhet vil være dypere enn 20 m.

Av de 1,6 g TE/år som ble beregnet virvlet opp som følge av skipsanløp ved Rafnes, ble det antatt at 0,3 g TE/år ville bli spredt videre rundt i fjordsystemet (Håvardstun m.fl. 2012). En vesentlig del av oppvirvlet sediment vil med andre ord resedimentere innenfor et begrenset område. Til sammenligning er samlede tilførsler av dioksin til Frierfjorden fra Skienselva, landbasert industri, renseanlegg, urbane tette flater og avrenning fra deponi tidligere beregnet til 0,072 g TE/år, basert på 2008-tall (Olsen 2012).

For at resuspenderte partikler skal transporteres videre ut av Frierfjorden over Breviksterskelen må de løftes så høyt i vannmassene at de kommer i kontakt med overflatelaget som passerer terskelen. For spredning av partikler ut over terskelen i Breviksfjorden er det gjort beregninger for et utslipp av partikler på 24 m dyp innerst i Frierfjorden (Staalstrøm og Kempa 2016). Beregningene ble gjort ved å benytte modellverktøyet GEMS. En av hovedkonklusjonene var at det var en jevn strøm ut av Frierfjorden i det øverste ferskvannvannslaget som varierer med en tykkelse på 2-8m (Staalstrøm og Kempa 2016). Partikkeltransporten ut fra de dypereliggende vannmassene (<40 m) var mer knyttet til totalutskiftninger av vannmasser over terskelen i forbindelse med innstrømmende tungt saltvann. Slike utskiftninger går det vanligvis flere år mellom hver gang inntreffer.

Basert på disse vurderingene er det rimelig å anta at oppvirvlet sediment som følge av skipspåvirkning i områder grunnere enn 20 m i hovedsak vil resedimentere innenfor et relativt begrenset område, men den andelen som vil spres utenfor dette området vil potensielt også kunne transporteres over Breviksterskelen. Vannndyp ved den nye planlagte kaifronten er i hovedsak 20 m, vist på kartgrunnlag fra ØDP, med noen områder som har ca. 15 m vannndybde. Som grunnlag for å vurdere miljørisiko forbundet med oppvirvling og spredning av forurenset sediment, er det i Miljødirektoratet veileder M-409/2015 lagt inn sjablongverdier for propellpåvirkning ned til 20 m. Ved vannndyp større enn dette antas ikke skipstrafikk å utgjøre noen risiko for oppvirvling av sedimenter. På dette grunnlaget er det rimelig å anta at skipsoppvirvling ved ny dypvannskai på Rønningen og i traseen fram til kai har liten relevans og at skipsanløp ikke vil medføre vesentlig oppvirvling og spredning av forurenset sediment.

Miljørisiko i utfyllingsområdet for etablering av ny dypvannskai

For å vurdere generell fare for miljøeffekter forbundet med forurensning i utfyllingsområdet for ny dypvannskai, er det gjennomført en revidert miljørisikovurdering Trinn 1 basert på Miljødirektoratets veileder M-409/2015. Miljørisikovurdering av sedimenter har som mål å beskrive risikoen for miljøskade eller helseskade som sedimenter utgjør, slik at man kan bedømme om risikoen er akseptabel eller ikke. Miljødirektoratet har fått utarbeidet et regneark (vedlegg til veileder M-409/2015) for å utføre beregningene som kreves for gjennomføring av risikovurderinger, og dette regnearket er benyttet i beregningene her. Risikovurderingen kan gjøres i tre trinn, med økende krav til stedsspesifikke data. En eventuell Trinn 3 vurdering gjennomføres for å få en mer lokalt forankret risikovurdering for å erstatte noen av sjablongverdiene i Trinn 1 og 2 med reelle verdier. Det kan for eksempel bestå av elementer som måling av miljøgiftinnhold i fisk og skalldyr, utsetting av sedimentfeller for måling av miljøgiftinnhold i sedimenterende partikler ut fra dagens situasjon, eller måle porevannskonsentrasjoner direkte i sedimentprøver i stedet for å benytte risikoveilederens beregnede verdier.

Trinn 1 er en forenklet risikovurdering hvor miljøgiftkonsentrasjon og toksisitet av sedimentet sammenlignes med grenseverdier for økologiske effekter ved kontakt med sedimentet. Trinn 1 omhandler kun risiko for økologiske effekter, ikke risiko for human helse.

Asplan-Viak gjennomførte en sedimentundersøkelse i 2019 ved Rønningen i Frierfjorden (Wethal 2019) og en sammenligning mot grenseverdier (Trinn 1 risikovurdering, veileder M-409/2015). Det ble tatt sedimentprøver fra 11 stasjoner innenfor undersøkelsesområdet (ca. 140 000 m²), som i sin helhet ligger innenfor utfyllingsområdet for ny kai. I undersøkelsen ble det analysert for miljøgifter i prøver fra syv av stasjonene. Analysene ble gjennomført på de øvre 5 cm av sedimentet.

Den gjennomførte sedimentundersøkelsen (Wethal 2019) inkluderte imidlertid ikke analyser av dioksiner i sedimentet. Det er tidligere påvist høye konsentrasjoner av klorerte forbindelser inkludert dioksiner og furaner (heretter omtalt som dioksiner) i hele Frierfjorden (Bakke mfl. 2013, Fagerli mfl. 2016), og det er derfor svært relevant å inkludere dioksiner i risikovurderingen. Mattilsynets advarsler om å ikke spise enkelte arter av fisk og skalldyr i Frierfjorden og fjordene utenfor følger av forurensning av klorerte forbindelser og særlig dioksiner (www.miljostatus.no).

Ved gjennomføring av en revidert miljørisikovurdering av sedimentet har vi lagt til grunn de eksisterende sedimentanalysene (Wethal 2019). I mangel av analyseresultater for dioksiner fra planområdet ble det valgt å legge til grunn tidligere dokumenterte dioksinkonsentrasjoner målt i sediment fra området ved Rafnes, som ligger like nord for kaiutbyggingsområdet, utført av NIVA/NILU i 2012 (Håvardstun mfl. 2012). Det antas at konsentrasjonene er tilnærmet like i undersøkelsesområdet, og at det ikke har skjedd vesentlige endringer i dioksinnivåene i sedimentet siden siste undersøkelse, men det tas likevel forbehold om resultatene både fordi konsentrasjonen ikke er målt direkte i utfyllingsområdet og fordi dette er analyser som ligger noe tilbake i tid.

Ved innlegging av data til miljørisikovurderingen ble det oppdaget at det i Asplan-Viaks rapport (Wethal 2019) er benyttet verdier for PAH-forbindelser og TBT med feil enhet, slik at disse har blitt rapportert med 1000 x for høy konsentrasjon. I tabellene og vurderingene nedenfor er disse verdiene lagt inn med riktig enhet. I **Tabell 3** er resultatene fra sedimentanalysene ved Rønningen gjengitt. Trinn 1 grenseverdiene er satt som høyeste verdi i Tilstandsklasse II for sediment (Veileder 02:2018).

Tabell 3. Målte sedimentkonsentrasjoner sammenlignet med Trinn 1 grenseverdier. Dioksinverdier er fra Rafnes i 2012 (Håvardstun mfl. 2012).

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	7	6,2	5,3	18		
Bly	7	47	26,9	150		
Kadmium	7	0,27	0,1	2,5		
Kobber	7	12	8,9	84		
Krom totalt (III + VI)	7	12	8,9	660		
Kvikksølv	7	0,565	0,30	0,52	1,1	
Nikkel	7	7,7	6,1	42		
Sink	7	69	54,9	139		
Naftalen	7	0,014	0,0113	0,027		
Acenaftilen	7	0,01	0,0100	0,033		
Acenaften	7	0,01	0,0100	0,096		
Fluoren	7	0,01	0,0100	0,15		
Fenantren	7	0,046	0,03	0,78		
Antracen	7	0,018	0,0133	0,0046	3,9	2,9
Fluoranten	7	0,088	0,06	0,4		
Pyren	7	0,11	0,074	0,084	1,3	
Benzo(a)antracen	7	0,065	0,046	0,06	1,1	
Krysen	7	0,051	0,037	0,28		
Benzo(b)fluoranten	7	0,38	0,207	0,140	2,7	1,5
Benzo(k)fluoranten	7	0,11	0,069	0,135		
Benzo(a)pyren	7	0,2	0,106	0,183	1,1	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	7	0,22	0,123	0,063	3,5	2,0
Dibenzo(a,h)antracen	7	0,025	0,012	0,027		
Benzo(ghi)perylene	7	0,22	0,121	0,084	2,6	1,4
PCB 28	0	mangler	mangler			
PCB 52	0	mangler	mangler			
PCB 101	0	mangler	mangler			
PCB 118	0	mangler	mangler			
PCB 138	0	mangler	mangler			
PCB 153	0	mangler	mangler			
PCB 180	0	mangler	mangler			
Tributyltinn (TBT-ion)	7	0,031	0,0081	0,035		
PCB7	7	0,073	0,0117	0,0041	17,8	2,9
Dioksiner og dioksinlignende forbindelser	6	0,009478	3,11E-03	8,60E-07	11020,9	3616,1

Resultatene viser at det ikke er overskridelser av Trinn 1 grenseverdien for noen av metallene. Det er imidlertid overskridelser for fire PAH-forbindelser, PCB₇ og dioksiner.

For å vurdere økologisk risiko for skade på bunnlevende organismer i direkte kontakt med sediment, er det utarbeidet en tabell som viser beregnet porevannskonsentrasjon ut ifra de målte sedimentkonsentrasjonene. Disse porevannskonsentrasjonene sammenlignes så med en PNEC-verdi (*Predicted No Effect Concentration*). Dersom porevannskonsentrasjonene er under PNEC-verdien er det ikke grunn til å anta at det vil medføre økologisk skade. Ved konsentrasjoner over PNEC-verdien er det fare for skade på bunnlevende organismer. Resultatene for økologisk risiko er vist i **Tabell 4**. Grenseverdiene for PNEC er satt som høyeste verdi for Tilstandsklasse II i vann (Veileder 02:2018).

Tabell 4. Beregnede porevannskonsentrasjoner sammenlignet med PNEC-verdi. Dioksinverdier er fra Rafnes i 2012 (Håvardstun mfl. 2012).

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grense-verdi for økologisk risiko, PNEC _w (mg/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til PNEC _w (antall ganger):	
	C _{pv} , maks (mg/l)	C _{pv} , middel (mg/l)	C _{pv} , maks (mg/l)	C _{pv} , middel (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	9,38E-04	8,00E-04	ikke målt	ikke målt	6,0E-04	1,6	1,3
Bly	3,03E-04	1,74E-04	ikke målt	ikke målt	1,3E-03		
Kadmium	2,08E-06	9,91E-07	ikke målt	ikke målt	2,0E-04		
Kobber	4,92E-04	3,65E-04	ikke målt	ikke målt	2,6E-03		
Krom totalt (III + VI)	1,00E-04	7,40E-05	ikke målt	ikke målt	3,4E-03		
Kvikksølv	5,65E-06	3,04E-06	ikke målt	ikke målt	4,7E-05		
Nikkel	1,09E-03	8,58E-04	ikke målt	ikke målt	8,6E-03		
Sink	6,27E-04	4,99E-04	ikke målt	ikke målt	3,4E-03		
Naftalen	1,08E-03	8,68E-04	ikke målt	ikke målt	2,0E-03		
Acenafylen	3,85E-04	3,85E-04	ikke målt	ikke målt	1,3E-03		
Acenafthen	1,96E-04	1,96E-04	ikke målt	ikke målt	3,8E-03		
Fluoren	9,80E-05	9,80E-05	ikke målt	ikke målt	1,5E-03		
Fenantren	1,24E-04	8,95E-05	ikke målt	ikke målt	5,1E-04		
Antracen	6,10E-05	4,50E-05	ikke målt	ikke målt	1,0E-04		
Fluoranten	9,01E-05	6,64E-05	ikke målt	ikke målt	6,3E-06	14,3	10,5
Pyren	1,87E-04	1,26E-04	ikke målt	ikke målt	2,3E-05	8,1	5,5
Benzo(a)antracen	1,30E-05	9,18E-06	ikke målt	ikke målt	1,2E-05	1,1	
Krysen	1,28E-05	9,22E-06	ikke målt	ikke målt	7,0E-05		
Benzo(b)fluoranten	4,57E-05	2,49E-05	ikke målt	ikke målt	1,7E-05	2,7	1,5
Benzo(k)fluoranten	1,38E-05	8,69E-06	ikke målt	ikke målt	1,7E-05		
Benzo(a)pyren	2,40E-05	1,28E-05	ikke målt	ikke målt	1,7E-07	141,4	75,3
Indeno(1,2,3-cd)pyren	9,38E-06	5,26E-06	ikke målt	ikke målt	2,7E-06	3,5	1,9
Dibenzo(a,h)antracen	1,28E-06	6,23E-07	ikke målt	ikke målt	6,0E-07	2,1	1,0
Benzo(ghi)perylene	2,15E-05	1,18E-05	ikke målt	ikke målt	8,2E-07	26,2	14,4
PCB 28	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 52	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 101	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 118	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 138	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 153	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 180	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
Tributyltinn (TBT-ion)	2,82E-03	7,34E-04	ikke målt	ikke målt	2,0E-07	14090,9	3668,8
PCB7	2,27E-05	3,64E-06	ikke målt	ikke målt	0,0E+00	mangler PNEC	mangler PNEC
Dioksiner og dioksinlignende forbindelser	1,96E-07	6,42E-08	ikke målt	ikke målt	1,9E-12	102944,5	33777,2

Resultatene i **Tabell 2** viser at det er en ubetydelig overskridelse for arsen, moderat overskridelse for seks PAH-forbindelser og noe høyere overskridelse for PAH-forbindelsen benzo(a)pyren. Størst fare for økologisk skade utgjør TBT og dioksiner.

Effekter av tildekking av forurenset sjøbunn som følge av utfylling for etablering av ny dypvannskai

Utfylling for anlegg av dypvannskai vil innebære tildekking av de forurensede sedimentene i utfyllingsområdet slik at de ikke lenger utgjør en miljørisiko. Miljøgiftene i utfyllingsområdet vil dermed være tatt ut av sirkulasjon. Miljødirektoratet har utarbeidet en veileder for beregning av såkalt nøkkelindikator for arbeidet med forurenset sjøbunn (M-831/2017). Beregningsverktøyet skal brukes for å beregne hvor stor mengde av stoffene bly (Pb), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg), polyaromatiske hydrokarboner (PAH16), polysykliske bifenyl (PCB7) og tributyltinn (TBT) som har blitt håndtert og dermed er tatt ut av sirkulasjon. Ved å legge inn verdiene fra sedimentundersøkelsen gjennomført av Asplan Viak (Wethal 2019) og arealet for utfyllingen hentet fra Asplan Viak sin rapport om havbunnskartlegging for utfylling (ca. 200 000 m²), kan det beregnes

hvor store mengder av ulike miljøgifter som er tatt ut av sirkulasjon etter gjennomført utfylling. Resultatet av denne beregningen er vist i **Tabell 5**. Regnearket inneholder imidlertid ikke beregningsgrunnlag for dioksiner. Det gjøres oppmerksom på at regnearket ikke synliggjør ulik toksisitet av forskjellige miljøgifter.

Tabell 5. Mengde miljøgifter som vil bli tatt ut av sirkulasjon ved tildekking av ett areal på 200.000 m² ved utbygging av ny kai på Rønningen. Regneark fra veileder M-831/2017 er benyttet.

Stoff	Beregnet mengde fjernet [kg]
Arsen	9,5
Bly	48,3
Kadmium	0,2
Kobber	16,0
Krom totalt (III + VI)	16,0
Kvikksølv	0,5
Nikkel	10,9
Sink	98,5
Naftalen	0,02
Acenafylen	0,02
Acenafthen	0,02
Fluoren	0,02
Fenantren	0,06
Antracen	0,02
Fluoranten	0,12
Pyren	0,13
Benzo(a)antracen	0,08
Krysen	0,07
Benzo(b)fluoranten	0,37
Benzo(k)fluoranten	0,12
Benzo(a)pyren	0,19
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,22
Dibenzo(a,h)antracen	0,02
Benzo(ghi)perylene	0,22
Sum PAH-16	1,70
Sum PCB-7	0,02
Tributyltinn (TBT-ion)	0,01

Betydningen av å flytte trafikk fra eksisterende kaier til ny kai Frier Vest

Ved etablering av ny dypvannskai kan det være relevant å flytte skipsanløp fra andre kaier, og spesielt fra grunnere kaier lenger inn i fjorden. Dette vil kunne begrense oppvirvling av sediment fra propellaktivitet og annen manøvrering ved kai. Mest aktuelt er tømmerkaiaen ved Herre og kaiene ved Rafnes. Det er også grunnere kaier ved Herøya. Fra sjøkart fremgår det at dybden ved tømmerkaiaen på Herre, industrikaiene ved Herøya og ved de tre pirene Jetty 1, 2 og 3 ved Rafnes er mellom 6 og 12 m. Forurensningsgraden ved tømmerkaiaen på Herre er ikke kjent, men det er sannsynlig at dette området er forurensset av de samme forbindelsene som finnes i Frierfjorden for øvrig og følgelig bidrar til noe oppvirvling og spredning av forurensede sedimenter. Ved Rafnes er

det tidligere gjort en vurdering av oppvirvling og spredning av miljøgifter som følge av skipspåvirkning (**Tabell 2**). Pirene ved Rafnes vil bli opprettholdt selv om det kommer ny havn (SHA1) og forurensingsbidraget fra skipsanløp ved disse pirene antas derfor å fortsette i samme størrelsesorden som vist i **Tabell 2**. Dersom skipsanløp kan flyttes fra de eksisterende industrikanalene ved Herøya til den nye dypvannskaia på Rønningen, der dybden i hovedsak er 20 m (med noen områder som har ca. 15 m vanndybde, vist på kartgrunnlag fra ØDP), er det overveiende sannsynlig at faren for oppvirvling av forurenset sediment og spredning av forurensning pr skipsanløp i betydelig grad vil opphøre. Dette er basert på beregninger som benytter sjablongverdiene for skipspåvirkningsdyp i Veileder M-409/2015. Som **Tabell 2** viser vil dette ha størst betydning for spredning av metaller (spesielt bly, krom, kvikksølv og sink) og mindre betydning for organiske forbindelser som PAH, PCB, TBT med unntak av dioksin. Beregnet skipsoppvirvling av dioksiner fra kaianleggene ved Herøya (**Tabell 2**) er 1,79 g TE/år. Til sammenligning er samlede tilførsler av dioksiner til fjorden fra ulike kilder oppstrøms Frierfjorden 0,072 g TE/år og en eventuell reduksjon av denne oppvirvlingen vil være vesentlig.

Avsluttende betraktninger

Denne vurderingen er basert på tilgjengelige data. Innenfor det planlagte utfyllingsområdet er det gjennomført sedimentundersøkelser og analysert for miljøgifter. Resultatene viser i hovedsak lave konsentrasjoner av miljøgifter, med unntak av TBT og enkelte PAH-er. Mer detaljerte og sikre vurderinger forutsetter forbedring av kunnskapsgrunnlaget. Det foreligger bl.a. ikke sedimentprøver fra området utenfor ny kaifront, og vurderinger av miljørisiko knyttet til dioksin i dette notatet er basert på undersøkelser fra Rafnes tilbake i 2012 og ved Herøya i 2010.

Ifølge Vann-nett, vannforekomst Frierfjorden har økologisk status som «Moderat» basert på undersøkelse av bunnfauna og næringssalter i vannsøylen. Av de vannregionspesifikke stoffene registrert i Vann-nett er kun kobber undersøkt, og siden måleverdiene tilsier «God» tilstand for denne parameteren har ikke miljøgifter vært styrende for fastsettelse av den økologiske tilstanden. At Fagerli mfl. (2016) fant at enkelte forbindelser av PAH og PCB, samt arsen og sink var ikke i god tilstand, vil heller ikke vært styrende for den økologiske tilstanden i dette tilfellet. Kjemisk tilstand for Frierfjorden er klassifisert som «Dårlig», basert på undersøkelser av både sediment og torsk og/eller blåskjell. Forurenset sjøbunn er vurdert som en av de viktige påvirkningene til Frierfjorden i den gjeldende forvaltningsplanen etter Vannforskriften. For å oppnå miljømål om god kjemisk tilstand må det skje en forbedring av miljøgifttilstanden i sedimentet i fjorden.

Etablering av ny dypvannskai omfatter utfylling som vil dekke over eksisterende sjøbunn og de forurensninger som er bundet i denne. Overdekkingen medfører at miljøgiftene i utfyllingsområdet tas ut av sirkulasjon og miljørisiko forbundet med miljøgifter i sedimentet i det aktuelle området opphører.

I anleggsfasen (utfylling og etablering av kaifront) må det regnes med forstyrrelser av eksisterende sjøbunn med en kortere periode der det er fare for oppvirvling og spredning av forurensede sedimenter. For å hindre spredning av forurensede sedimenter under utfyllingen vil det være aktuelt å iverksette avbøtende/spredningshindrende tiltak. Undersøkelser før, under og etter utfylling vil gi grunnlag for å kontrollere gjennomføringen av tiltaket, og kunnskap om spredning av forurensede sedimenter og evt påvirkning på tilstanden i fjorden. Det er lite sannsynlig at kjemisk tilstand i Frierfjorden vil endres som følge av utfyllingen og evt påfølgende forflytning av

forurensede partikler innad i fjorden, gitt at de høyeste konsentrasjonene i sedimentet typisk finnes nær Herøya. Gitt at spredning av oppvirkende partikler i forbindelse med utfyllingen kan kontrolleres med spredningshindrende tiltak, vil sannsynligheten for transport av forurensning ut over Breviksterskelen være lav. Det kan imidlertid ikke utelukkes at det vil være noe transport av partikler over Breviksterskelen i anleggsfasen. Økologisk tilstand i Frierfjorden vil sannsynligvis ikke endres som følge av utfyllingen, gitt at tilstanden «Moderat» er styrt av andre forhold enn miljøgiftkonsentrasjoner.

Skipsoppvirvling som følge av propellaktivitet skjer i utgangspunktet der kaidybde er mindre enn 20 m. Basert på informasjon om fremtidig kaidybde er det rimelig å anta at skipsoppvirvling ved ny dypvannskai på Rønningen, og i traseen fram til kai, har liten relevans og at skipsanløp ved dypvannskaien ikke vil medføre vesentlig oppvirvling og spredning av forurenset sediment. Av den grunn vil det være gunstig å flytte skipsanløp fra grunnere kaier til dypvannskaien. Dette vil ha størst betydning for spredning av metaller og mindre betydning for organiske forbindelser som PAH, PCB, TBT og andre forbindelser, med unntak av dioksiner. Bidrag fra skipsoppvirvling av dioksiner ved grunne kaiområder (Herøya) er beregnet å overstige samlede tilførsler til Frierfjorden fra kilder oppstrøms, og opphør av denne påvirkningen på grunne områder vil derfor være av betydning for den samlede tilførselen av dioksiner til fjorden.

Nye undersøkelser av sedimentet sammen med et mer komplett bilde av antatt endring i skipstrafikk og virksomhet når anlegget står ferdig, vil være relevante inngangsdata for den NIVA-utviklede modellen for Frierfjorden (*Sedflex/SF-tool*). Denne modellen knytter sammen abiotiske og biotiske prosesser for å predikere utvikling i forurenset sjøbunn og konsekvenser for miljøgiftnivåer i organismer.

Referanser

- Bakke T., Borgersen, G. og Beylich, B.A., 2013. Overvåking i Grenlandsfjordene 2012. Sedimenter og bløtbunnsfauna. Monitoring in the Greenland fjords 2012. Sediments and soft bottom fauna. Miljødirektoratet rapport nr. M-9/2013. Norsk institutt for vannforskning prosjekt nr. 28120/2, NIVA rapport nr. 6567-2013I. 67 sider. ISBN 978-82-577-6302-2
- Bakke, T., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A. og Hylland, K., 2007 a. Veileder for risikovurdering av forurenset sediment. SFT-rapport TA-2230/2007. 65 s.
- Bakke, T., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A. og Hylland, K., 2007 b. Bakgrunnsdokument til veiledere TA-2229 og TA-2230. SFT-rapport TA-2231/2007. 204 s.
- Breedveld, G., Ruus A., Bakke T., Kibsgaard A. og Arp H.P., 2015. Veileder for risikovurdering av forurenset sediment. Guidelines for risk assessment of contaminated sediments. Miljødirektoratet rapport nr. M-409/2015. 106 s.
- Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratsgruppen for gjennomføring av vannforskriften. Veileder 02:2018.
- Fagerli C.W., Ruus, A., Borgersen, G., Stålstrøm, A., Green, N., Hjermann, D. og Selvik, J.R., 2016. Tiltaksrettet overvåking av Grenlandsfjordene i henhold til vannforskriften. Overvåking for konsortium av 11 bedrifter i Grenland. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) prosjekt 14357, rapportnr. 7049-2016 (revidert 17.02.2017). 211 sider. ISBN 978-82-577- 6784-6. NIVA Rapport ISSN 1894-7948.

- Gustavsen, I., 2018. Geoteknisk datarapport 113821r. Grunn Teknikk AS rapport 113832r. 11s.
- Helland, A., Olsen, M., Lindholm, O., Uriansrud, F. Traaen, T. og Rygg B., 2004. Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Telemark. Fase 1 – Miljøtilstand, kilder og prioriteringer. Revisjon 2. NIVA-rapport 4898-2004.
- Håvardstun, J. og Bakke T., 2010. Risikovurdering av propelloppvirvling av sedimenter ved Herøya industripark. NIVA-rapport, 6000-2010.
- Håvardstun J., Bakke T. og Næs K., 2012. Risikovurdering av propelloppvirvling av sedimenter ved Rafnes industriområde. NIVA-rapport 5924-2010. 34 s. ISBN 978-82-577-5659-8.
- Miljødirektoratet mfl., 2019. Forslag til helhetlig plan for Oslofjorden – Ren og rik Oslofjord med et aktivt friluftsliv. Miljødirektoratet rapport M-1550|2019, 167 s.
- Molvær J., Magnusson J., Næs K. og Schaanning M., 2012. Sedimentoppvirvling under reketråling i Eidangerfjorden juni 2008. NIVA-rapport 6282-2012. 38s. ISBN 978-82-577-6017-5.
- M-350. Veileder for håndtering av sediment – revider 25.mai 2018. Miljødirektoratet veileder M-350/2015. 103s.
- M-409. Risikovurdering av forurenset sediment. Veileder. Miljødirektoratet veileder M-409/2015. 106s.
- M-608. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – Quality standards for water, sediment and biota. Miljødirektoratet. Veileder M-608/2016.
- M-831. Nøkkellindikator for det nasjonale arbeidet med forurenset sjøbunn. Miljødirektoratet veileder M-831/2017. 30s.
- Næs, K., Persson, J., Saloranta, T., Andersen, T., Berge, J.A., Hylland, K., Ruus, A., Tobiesen, A., Bergstad, A., Knutsen, J.A., 2004. Dioksiner i Grenlandsfjordene – DIG. Oppsummering av forskningsprosjekt. NIVA-rapport 4876-2004. 94s. ISBN 82-577-4562-6.
- Olsen M., Schaanning, M., Eek, E. og Næs, K., 2015. Beslutningsgrunnlag og tiltaksplan for forurensede sedimenter i Gunneklevfjorden. NIVA-rapport 6922-2015.
- Olsen, M. 2006. Prosjekt Rein fjord – tiltaksplan for forurenset sjøbunn i Telemark, rev-01. Rapport 2006-01. ISBN 82-90059-09-5.
- Olsen, M. 2012. På vei mot rein fjord i Grenland. Fylkesmannen i Telemark. Rapport 2012-1. ISBN 82-90959-21-4.
- Rinde E., Olsen M., Steen H., Dahl E., Espeland S.H. og Albretsen J., 2018. Marine naturverdier i Telemark – status, trusler og muligheter. Innspill til kystsoneplan for Telemark. NIVA-rapport 7319-2018. 117s. ISBN 978-82-577-7054-9.
- Ruus A., Bakke T., Bjerkeng B. og Knutsen H., 2013. Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 2012. Monitoring of contaminants in fish and shellfish from Grenlandsfjordene 2012 Norwegian Institute for Water research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6306-0. Norwegian Environmental Agency Report M-8/2013. NIVA report no. 6571-2013.
- Staalstrøm, A. og Kempa, M., 2016. Spredning av finkornet suspendert materiale fra ett utslippspunkt innerst i frierfjorden. NIVA-rapport 6985-2016.
- TA-2230/2007. Veileder for risikovurdering av forurenset sediment. Miljødirektoratet (tidligere SFT) veileder TA-2230/2007. 65 s. ISBN 978-82-7655-538-7.
- TA-2231/2007. Veileder for risikovurdering av forurenset sediment. Miljødirektoratet (tidligere SFT) veileder TA-2231/2007 bakgrunns dokument til veileder TA-2230/2007.
- TA-2960/2012. Håndtering av sedimenter. Miljødirektoratet (tidligere Klima og forurensnings direktoratet) veileder TA-260/2012. 96s.

Wethal, B. og Berger, S., 2019. Sedimentundersøkelser Rønningen Bamble kommune. Frier vest områderegulering. Asplan-viak. Oppdragsnummer 615705-01.

ØPD AS. Rapport Havbunnskartlegging for utfylling. Lokasjon: Frierfjorden – Bamble. Prosjekt nr: 2082.