

# STATUSRAPPORT FORURENSET SJØBUNN FEDAFJORDEN

## 2010 - 2022

FAGNOTAT

## INNHold

1	Innledning	1
2	Beskrivelse av fjordområdet	2
3	Funnene i undersøkelsene	6
3.1	Miljøundersøkelser 2010 og Trinn 1 og 2 risikovurdering	6
3.2	Miljøtekniske grunnundersøkelser i to deponier i Leirvika	8
3.3	Tiltaksrettede undersøkelser i Fedafjorden 2013	10
3.4	Regulering av Kvina og sedimentene i Fedafjorden	18
3.5	Tiltak sedimenter i Fedafjorden – plan for langsiktig overvåking	19
3.6	ROS-analyser for sjøvannsinntak Stolt Seafarm	19
3.7	Tiltaksplan Fase 1 for Indrevika - Revidert	21
3.8	Tildekking Fedafjorden – Stedsspesifikk vurdering av tildekkingsmasser - Revidert	24
3.9	Miljøtilstand i Fedafjorden – Overvåkingsresultater 2021	27

## 1 Innledning

På oppdrag av Kvinesdal kommune v/Rene Listerfjorder har COWI over en periode på 13 år fra 2010 til 2022 gjennomført arbeid knyttet til forurenset sjøbunn i Fedafjorden. Dette notatet gir en oversikt over utført arbeid med de viktigste funnene og konklusjoner. Selv om undersøkelsene strekker seg over en

OPPDRAGSNR.

A245460

DOKUMENTNR.

RAP001

VERSJON

3

UTGIVELSESDATO

17. april. 2023

BESKRIVELSE

UTARBEIDET

Arve Misund

KONTROLLERT

Bjørn Christian  
Kvisvik

GODKJENT

Arve Misund

etter hvert lang tidsperiode er undersøkelsene fra 2010 og frem til i dag utført etter samme metodikk og analysepakker fra laboratoriet ALS. Undersøkelsene viser også at det er lite naturlig tildekning av sjøbunnene i den mest forurensete delen av Indrevika/Lervika. Nedenfor er en oversikt over utgitte rapporter med årstall.

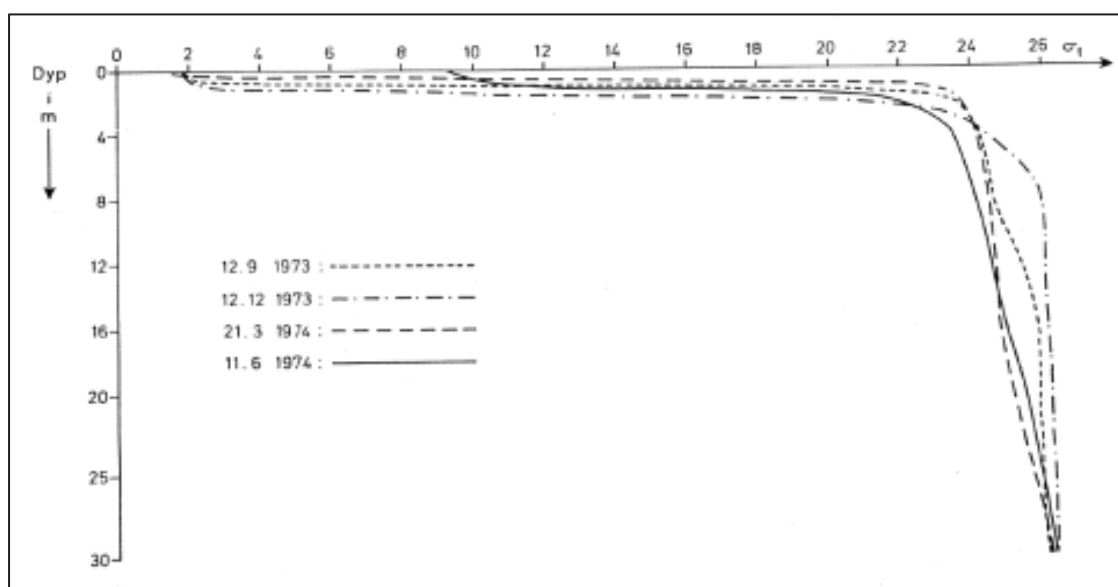
- > 2010: Fedafjorden – Miljøundersøkelser 2010 og Trinn 1 risikovurdering. Oppdr.nr. 132151
- > 2010: Miljøtekniske grunnundersøkelser i to deponier i Leirvika, Kvinesdal. Oppdr.nr. 132710
- > 2011: Fedafjorden – Trinn 2 Risiko- og tiltaksvurdering. Oppdr.nr. 132151
- > 2014: Tiltaksrettede undersøkelser i Fedafjorden 2013. Trinn 3 risikovurdering. Oppdr.nr. A045352 RAP001
- > 2014: Tiltaksplan Fase 1 for Indrevika i Fedafjorden, Kvinesdal kommune. Oppdr.nr. A045352 RAP002
- > 2014: Regulering av Kvina og sedimentene i Fedafjorden. Oppdragsgiver Sira Kvina kraftselskap. Oppdr.nr. A052610 RAP003
- > 2018: Tildekning Fedafjorden – Stedsspesifikk vurdering av tildekkingsmasser. Oppdr.nr. A108714 RAP001
- > 2015: Norsk Maritim Museum: Registrering av sjøområder i forslag til detaljregulering av Lervika i Fedafjorden, Kvinesdal kommune, ref. 10372010001 Detaljregulering for Lervika. 28.10.2015.
- > 2018: Tiltak sedimenter i Fedafjorden – plan for langsiktig overvåking. Oppdr.nr. A108714 RAP002
- > 2018: Detaljprosjektering Fedafjorden Fase 1. Oppdr.nr. A108714 RAP003
- > 2018: ROS-analyser for sjøvannsinntak Stolt Seafarm. Oppdr.nr. 108714 RAP004
- > 2022: Tiltaksplan Fase 1 for Indrevika - Revidert. Oppdr.nr. A227157 RAP001
- > 2022: Tildekning Fedafjorden – Stedsspesifikk vurdering av tildekkingsmasser - Revidert. Oppdr.nr. A227157 RAP002
- > 2022: Miljøtilstand i Fedafjorden – Overvåkingsresultater 2021. Oppdr.nr. A227157 RAP003

## 2 Beskrivelse av fjordområdet

Fedafjorden er en 12 km lang og smal fjord i Listerregionen plassert mellom munningen av elva Kvina og Stolsfjorden. Det er en kjent sak at fjorden er

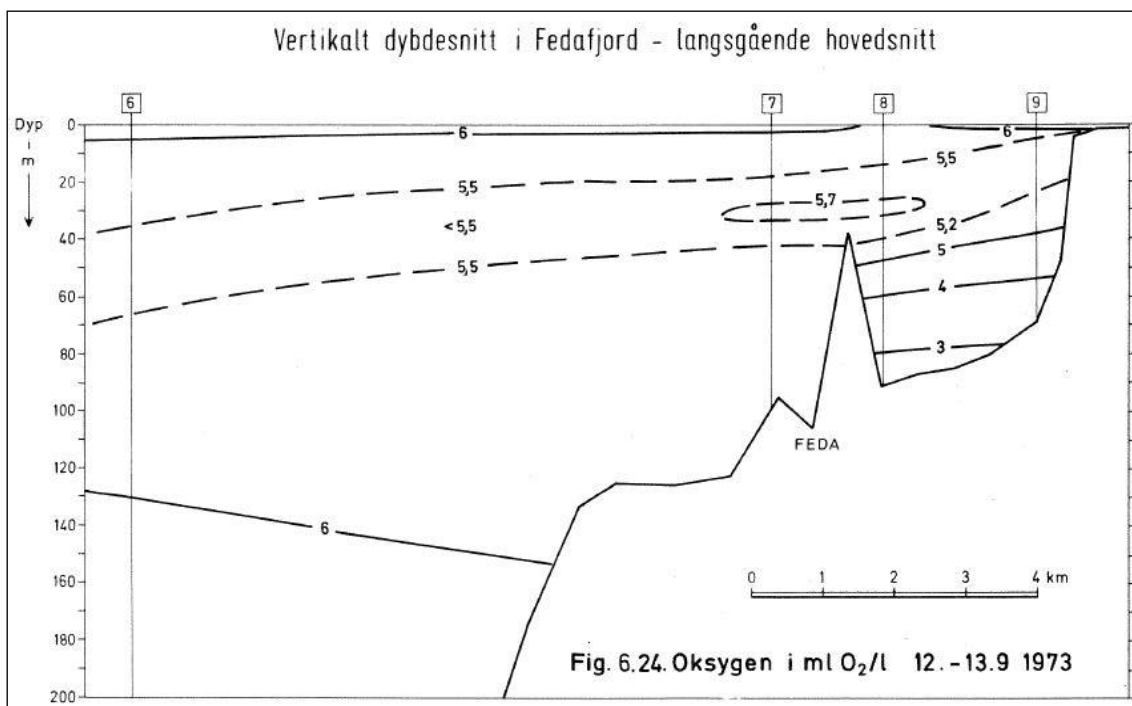
forurenset på grunn av utslipp av metaller og tjærestoffer (PAH) i forbindelse med industrien innerst i fjorden. Terskelen ved Angholmen deler fjorden i 2 basseng og hemmer dypvannsutskiftningen i det indre bassenget. Dette fører til at dypvannet i det indre bassenget er forholdsvis følsomt for belastning med organisk materiale og partikkelbundet miljøgifter.

Vannmassene i Fedafjorden kan grovt inndeles i et overflatelag (brakkvannslaget med varierende saltholdighet (0-30 ‰) og et dypvannslag som utgjør en mer homogen sjøvannsmasse (30-34,5 ‰). Overgangen mellom de to vannmassene er ofte skarp og kalles sprangsjiktet. Eksempel på tetthetsfordeling i fjorden er vist nedenfor. Ferskvannstilførselen fra Kvina spiller en dominerende rolle i vannutskiftningen i de øvre vannlag. Men generelt anses vannutskiftningen i indre fjord å være god selv om den i prinsippet hindres noe av terskelen (ca. 32 m dyp).



Vertikal tetthetsfordeling  $\sigma_t$  (egenvekt 1000) målt i indre del av Fedafjorden i perioden september 1973 til juni 1974 (NIVA).

Noe reduserte oksygenverdier i dypvannet og en økt akkumulering av næringssalter i forhold til vannmassene utenfor terskelen, tyder på at dypvannet i Indre Fedafjord er følsomt for belastning av organisk materiale fra vannmassene over. Utenfor terskelen ved Feda har fjordens dypvann fri forbindelse med det normalmarine kystvannet.  $O_2$ -målinger i Indrevika vist i figuren nedenfor.



Langsgående profil av Fedafjorden med oksygenkonsentrasjoner i sjøvannet etter målinger utført av NIVA i 1973. Terskel ved Angholmen på 32 m dyp.

Et oversiktskart over delområdet Indrevika er vist i figuren nedenfor. Beliggenhet av de identifiserte forurensningskildene er vist. Dette er industriområdene til ENK AS og Borregaard Trælandsfos AS, avrenning fra Borregaard deponiene, og avrenning fra elva Kvina.

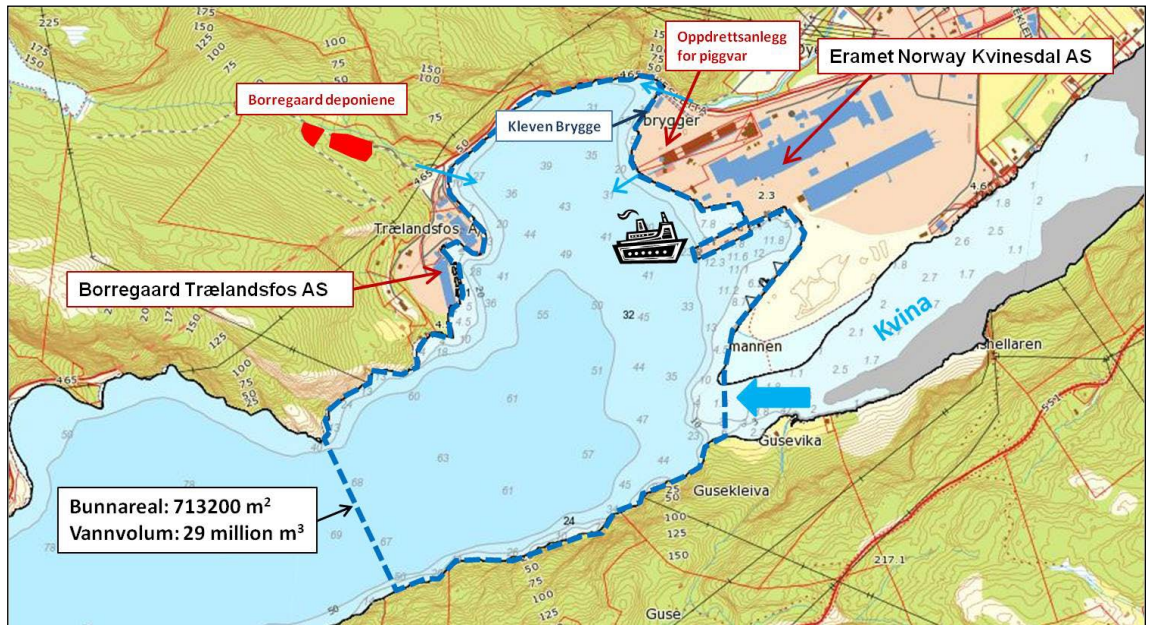
Det er vanntilførsel til Indrevika fra minst 5 steder: elva Kvina, bekken som renner langs Borregaard deponiene, bekken som renner ut ved Kleven bryggen, utslipp av "klarvann" og overvann fra ENK AS, og utslipp fra oppdrettsanlegget.

På grunnlag av prøvetakingen Borregaard deponiene i 2007 og 2010 ble det konkludert at risiko for spredning til Indrevika anses som svært lav basert på funn i deponiene og konsentrasjoner i bekkevann. En kan imidlertid ikke se bort ifra at det tidligere kan ha vært større avrenning av miljøskadelige stoffer fra deponiene til sjøbunnen i Indrevika.

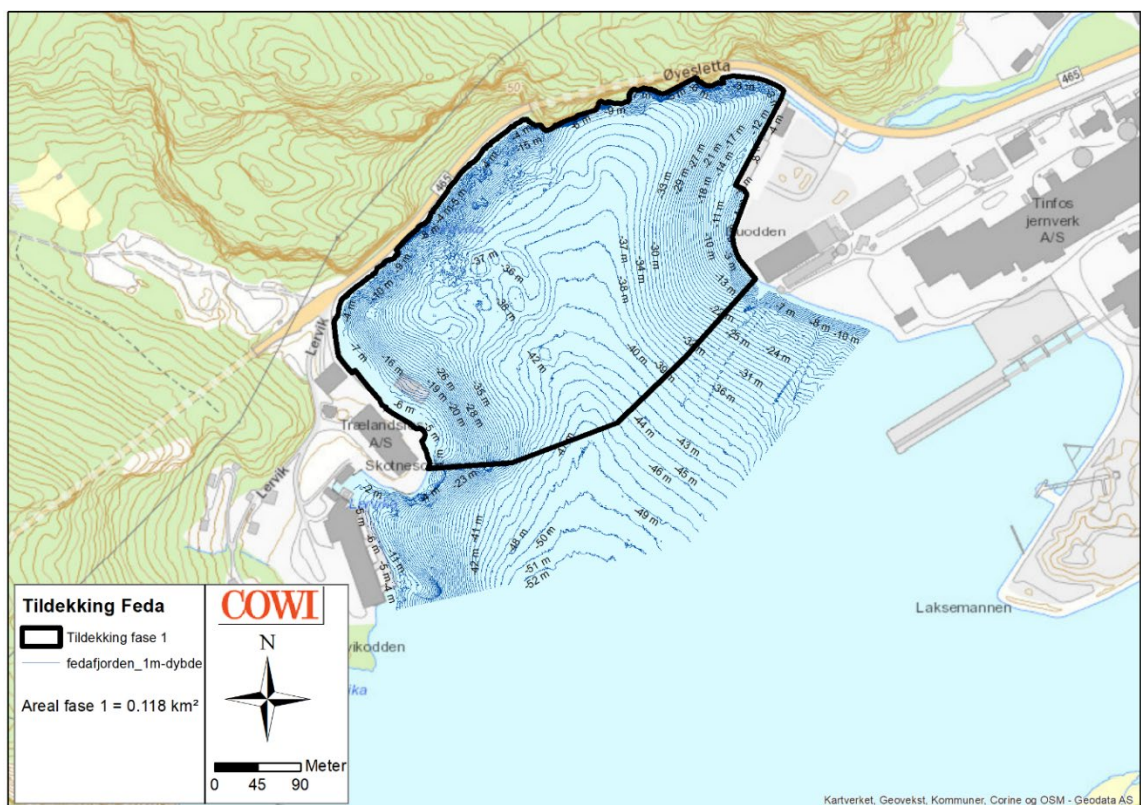
Det er utført egne vurderinger for Eramet Norway AS på utslipp av prosessvann. Det har vært særlig fokus på cyanid, kobber og sink. Cyanid brytes naturlig ned i vannmassene, mens for kobber og sink er det beregnet at utslippene potensielt kan føre til at konsentrasjonen av f.eks. kobber og sink i sjøbunnen fra 1996 til 2021 kan øke med henholdsvis 18 og 25 mg/kg.

Mht. Stolt Sea-farm er det ikke innhentet konkrete tall for utslipp av fiskefor til Indrevika. Det er ikke uvanlig at det tilsettes sink til fiskefor av hensyn til fiskehelse.





Et oversiktskart over delområdet Indrevika. Blå piler indikerer vanntilførsel til vika og røde piler indikerer kjente forurensningskilder (ref: kart.kystverket.no).



Tiltaksområdet som skal tildekkes i Fase 1 av arbeidene i Fedafjorden er vist med svart tykk strek. Området utgjør 118 000 m<sup>2</sup> i overflate areal, og noe mer når arealet er justert for helningsvinkel.

På grunn av forurensningstilstanden, og spesielt de høye PAH-verdiene, hadde Mattilsynet innført kostholdsråd som fraråder konsum av skjell og fiskelever i

Fedafjorden. Basert på undersøkelser foretatt i 2010 ble kostholdsrådene i Fedafjorden opphevet i 2011.

### 3 Funnene i undersøkelsene

#### 3.1 Miljøundersøkelser 2010 og Trinn 1 og 2 risikovurdering

Målsetningen med prosjektet var å dokumentere miljøtilstanden i sjøsedimenter og blåskjell i fjordresipienten, samt å sammenligne miljøtilstanden i 2010 med tidligere dokumenterte miljøtilstand i 1984 - 1996. I denne rapporten er det på grunnlag av analyseresultatene utført en Trinn 1 risikovurdering iht. KLIFs veileder for risikovurdering av forurenset sediment.

Prøvetakingsprogrammet i 2010 omfattet 32 overflateprøver av sediment, 6 kjerneprøver av sediment, og 7 blåskjellprøver. I tillegg ble det samlet blandprøver for toksisitetsanalyse fra 3 større områder i fjorden: Indrevika, Fedabukta, og Angholmen innenfor terskel. For å vurdere det aktuelle bidrag til molybden/kobber utslipp fra Knaben gruvene, ble det også tatt 9 sedimentprøver i elva Kvina. For å kartlegge bidrag av skipstrafikk til oppvirvling, og dermed spredning av finkornige sediment med høye konsentrasjoner av miljøgifter, ble det ved kaianlegget til Eramet i Indrevika satt ut 5 sedimentfeller og en turbiditetslogger over en periode på ca. 4 måneder. Ved innhenting av fellene ble oppsamlet finsediment sendt til analyse. Alle prøvene ble analysert ved akkrediterte laboratoriet ALS.

Analyseresultatene er vurdert mot grenseverdiene for Trinn 1 risikovurderingen: for enkeltkonsentrasjoner er dette grensen mellom tilstandsklasse II og III i veilederen. Det viste seg at forurensningssituasjonen i Fedafjorden har bedret seg betydelig i forhold til den tidligere miljøtilstanden i perioden 1984 - 1996. Flere stoffer har gått en tilstandsklasse ned. Likevel er forurensningssituasjonen fortsatt alvorlig og ingen av delområdene (Indrevika, Angholmen, Fedabukta) kunne friskmeldes mht. økologisk risiko etter Trinn 1. Generelt er forurensningstilstanden mest alvorlig i Indrevika, mye bedre ved Angholmen og best i Fedabukta/ytre Fedafjord bassenget. Sannsynligvis er dette et resultat av at tidligere og nåværende utslipp av miljøgifter i fjorden er lokalisert til Indrevika, at utslippene er stoppet eller sterkt redusert og at terskelen ved Angholmen i stor grad hindrer videre spredning av sedimenter utover i fjorden.

I Indrevika er spesielt konsentrasjonene av polyaromatiske hydrokarboner (PAH), TBT, kvikksølv og kobber svært høye. Sediment dypere ned i kjerneprøven (10 - 25 cm dyp) er ofte like påvirket som sediment på overflaten, noe som viser at utslippene av forurensning har pågått over lang tid, og/eller at det skjer blanding av den øverste 25 cm med sediment på grunn av skipstrafikk og bunnfauna. De forhøyde PAH-verdier er med overveiende sannsynlighet forårsaket av utslipp av avløpsvannet fra smelteverket. Høye verdier av TBT og PCB skyldes mest sannsynligvis båttrafikken i området (antibegroingsmiddel i skipsmaling), mens utslipp av tungmetaller i fjorden kan ha flere kilder.

Ved Angholmen og i Fedabukta er det noen enkeltanalyser av PAH-forbindelser, TBT, kobber og bly som overskrider grenseverdiene for Trinn 1. Dette skyldes sannsynligvis industrielle aktiviteter på Angholmen og spredning av miljøgifter fra Indrevika. Dette viser at det skjer noe spredning av miljøgifter over terskelen ved Angholmen.

Molybdenkonsentrasjonene i Kvina er spesielt høye i den øverste delen av vassdraget (nærmere Knaben), og svært lave i den nederste delen. Sett i forhold til funnene i nedre delen av Kvina er molybdenkonsentrasjonene svært høye i fjordsedimentene. Dette er trolig fordi molybden er oppkonsentrert i det fine deponimateriale fra Knaben som blir avsatt i områder med liten strømhastighet. Dette er funnet i noen partier i øvre del av vassdraget og i de roligere strømforholdene i fjordbassenget i Indrevika.

Stoffkonsentrasjoner i blåskjell viste at spredning av miljøgifter fra sediment til blåskjell er svært liten. I forhold til prøver tatt i 1984 og 1994 har miljøtilstanden til blåskjellene i fjorden bedret seg. Ingen av stoffene overskrider grenseverdiene klasse II i ved vurdering av miljøkvaliteten i blåskjell i fjorder og kystfarvann.

Målinger av turbiditet ved kaianlegget til Eramet i Indrevika viste at det er en sammenheng mellom skipstrafikk og oppvirvling av sediment, selv om det ikke nødvendigvis er en korrelasjon mellom båtstørrelse og påvist turbiditet. Sediment som var samlet i sedimentfellene over en 4 måneders periode kommer mest sannsynlig fra oppvirvling forårsaket av skipstrafikk. Det representerer den fraksjonen av sedimentet som sprer seg lettest. Analyseresultatene viste at det hadde en høy fraksjon av finpartikler, samt forhøyde verdier av spesielt TBT, kobber, og forskjellige PAH-forbindelser.

Det er utarbeidet en **Trinn 2 risiko-** og tiltaksvurdering for tre delområder i Fedafjorden på grunnlag av sedimentundersøkelsene gjennomført i 2010 og supplerende informasjon fra de forskjellige bedriftene.

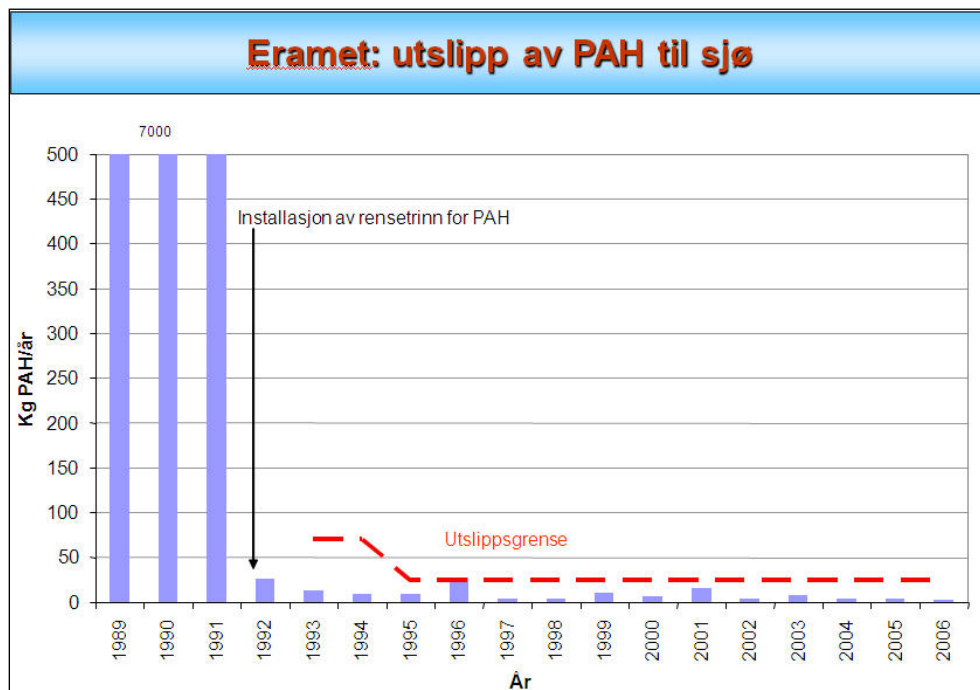
**Indrevika:** Forurensningsnivået av PAH og kvikksølv i sedimentene i Indrevika utgjør en risiko mht. spredning, human helse og økosystemet. De siste 30 årene har det skjedd en reduksjon i konsentrasjoner av miljøgifter i Indrevika. Den naturlige prosessen går imidlertid ikke raskt nok til at det anbefalte miljømålet kan oppnås innen 2021<sup>1</sup>. For å nå det foreslåtte miljømålet anbefales det å utarbeide en tiltaksplan for Indrevika med formål å redusere stoffkonsentrasjoner i overflatesedimentet. Det er gjennomført foreløpige tiltaksvurderinger mht. aktuelle metoder og mulige kostnader.

**Angholmen:** Forurensningsnivået er høyest for TBT, kobber og PAH, men det er ikke vurdert at stoffkonsentrasjonene utgjør noe risiko for human helse eller økologiske effekter. Det er derfor konkludert med at det ikke er behov for å utarbeide tiltaksplan for Angholmen.

---

<sup>1</sup> Formuleringen ble skrevet i 2011. Miljømålene for den indre delen av Fedafjorden må oppdateres slik at de er i tråd med Vannforskriften.

**Fedabukta:** Dette området er minst påvirket av miljøgifter. Forurensningsnivået er høyest for PAH, men det er ikke vurdert at stoffkonsentrasjonene utgjør noe risiko for human helse eller økologiske effekter. Det er derfor konkludert med at det ikke er behov for å utarbeide tiltaksplan for Fedabukta.



Endringer i utslipp av PAH til sjø fra Eramet Kvinesdal.

## 3.2 Miljøtekniske grunnundersøkelser i to deponier i Leirvika (2010)

### 3.2.1 Helserelatert risiko ved opphold på området

Deponiområdene ligger inntil en skogsvei som går langs bekken fra Indrevika til Hestespranget (vann). Området er derfor relativt lett tilgjengelig for barn og voksne. Da området ligger et stykke fra bebyggelsen antas det at det kun er i kortere perioden noen ganger i løpet av året at området vil bli brukt til friluftsliv. Skogsveien brukes hovedsakelig for skogsbruk.

Risikovurderingen for **nedre deponi** konkluderer med at de påviste konsentrasjonen av miljøgifter ikke utgjør noen uakseptabel helserisiko ved opphold på området fordi forurensede masser har ca. 1 m overdekning.

Ved det **øvre deponi**området er det kun påvist lave overskridelser av normverdiene, og det er derfor ikke avdekket forhold som tilsier at det er noen uakseptabel helserisiko forbundet med opphold på området.



### 3.2.2 Miljørisiko ved spredning (ytre miljø)

Resultatene av undersøkelsen ved nedre deponi viser at det er utlekking av sigevann konsentrasjon av sink som overstiger terskelverdien for deponisigevann. I bekkevannet nedstrøms deponiene er det ikke påvist noen påvirkning fra sigevannet.

Det er mulig at Zn-konsentrasjoner i sigevann har større påvirkningspotensial i nedbørsfattige årstider når bekken har mindre vannføring, men da vil trolig også avrenningen fra deponiet være tilsvarende redusert.

#### Konklusjoner:

- 1 Sink er påvist i sigevannet, men det er ikke funnet at det påvirker vannkvaliteten i bekken.
- 2 Det er ikke påvist PCB, kvikksølv, bly eller PAH-forbindelser i sigevannet som kan gi et forurensningsbidrag til sjøbunnen i Indrevika.

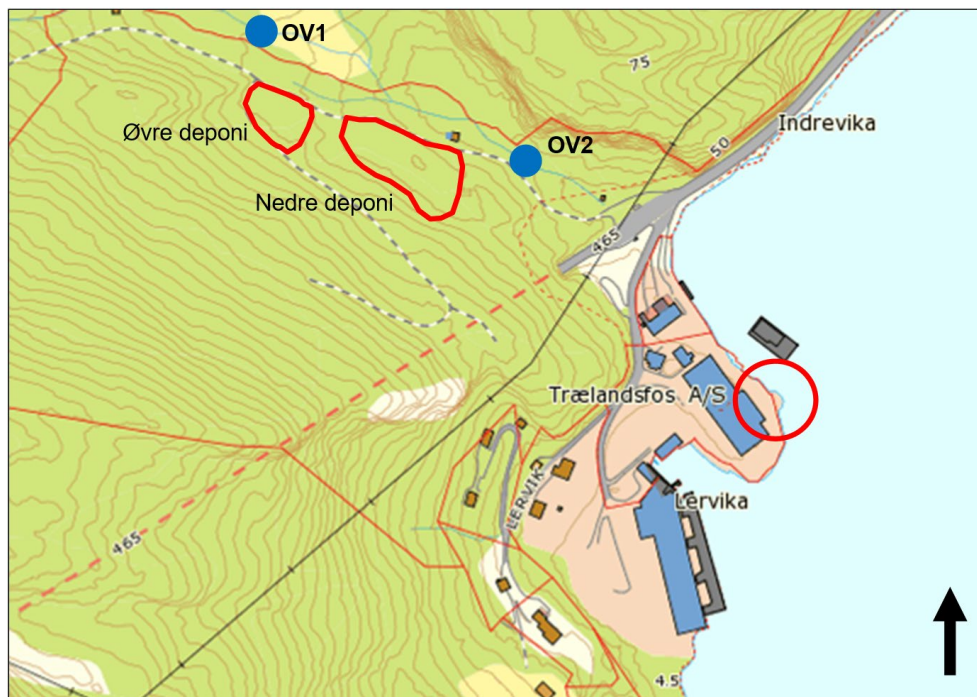
### 3.2.3 Tiltaksvurdering

Den gjennomførte risikovurderingen viser at det utfra helsebaserte kriterier ikke er behov for tiltak. Målinger av bekkevann og sigevann viser at det er lite sannsynlig at utslipp av sigevann kan påvirke spredning av miljøgifter fra deponiet til resipienten (bekken og Fedafjorden).

Basert på den gjennomførte risikovurderingen kan en derfor konkludere med at det ikke er behov for å gjennomføre risikoreduserende tiltak.

Ved endring av dagens arealbruk, ved for eksempel etablering av industribygg i området vil det være aktuelt å se nærmere følgende forhold:

- 1 Bygging på forurenset grunn - graving i forurensete masser og gassproblematikk.
- 2 Oppgraving og flytting av deponimassene til annet deponi.



Oversiktskart som viser beliggenhet av Borregaard deponiene og de to prøvetakingspunktene i bekken, ovenfor og nedenfor deponiene (OV1 og OV2). Lokalisering av området som er prøvetatt ved den gamle Trælandsfos fabrikk er angitt med rød sirkel.

### 3.3 Tiltaksrettede undersøkelser i Fedafjorden 2013

COWI ble i 2013 engasjert av Rene Listerfjorder for å gjennomføre tiltaksrettede undersøkelser i Indrevika i Fedafjorden og på bakgrunn av dette utarbeide en tiltaksplan som skal sikre akseptabel tilstand i vannforekomsten Fedafjorden. Denne tiltaksplanen ble senere revidert i 2022.

Arbeidene utført i 2013 omfatter bl.a. flere sedimentprøver i områder som tidligere har vært lite dekket, undersøkelser av sedimentenes evne til å binde metaller (sulfidanalyse), flere undersøkelser med hensyn på type PAH i sedimentene for å vurdere kilder og toksisitet, undersøkelser av metylkvikksølvdannelse i sedimentene og sedimentenes giftighet for sedimentlevende organismer (helsedimenttest). Konsentrasjonen av fritt løste miljøgifter i vannfasen er undersøkt med passive prøvetakere. I tillegg er det tatt prøver av bunndyr og fisk. Oksygeninnholdet i vannsøylen er målt for å kontrollere om det skjer naturlige endringer over tid. Resultatene fra kartleggingen er sammen med tidligere undersøkelser benyttet for å utføre risiko- og tiltaksvurderinger.

Det er også utført prøvetaking og risikovurdering Trinn 1 av sedimenter i Breivika, da dette området ikke er dekket av tidligere undersøkelser.

## Breivika

Det er påvist kobber i tilstandsklasse IV og enkelte tyngre PAH-forbindelser i opp til tilstandsklasse V i sedimentene i Breivika. Sum PAH16 er påvist i tilstandsklasse III ved to stasjoner og i tilstandsklasse II ved én stasjon. Konsentrasjonen av sum PAH16 i sedimentet like utenfor Breivika tilsvarer også tilstandsklasse II og konsentrasjonen av kobber tilstandsklasse IV. Gjennomsnittskonsentrasjonen av PAH16 i Breivika overskrider trinn 1 grenseverdien for økologisk risiko med 1,9 ganger, mens høyeste overskridelse av enkelte PAH-forbindelser er 25 ganger trinn 1 grenseverdi.

Samme parametere som overskrider trinn 1 grenseverdier i Breivika er også påvist i tilsvarende høye konsentrasjoner i stasjon 3, som ligger i naturlig spredningsretning ca. 300 m sør for stasjon 61. Samme parametere er også påvist i tilsvarende konsentrasjoner eller høyere ellers i Fedafjorden innenfor terskelen ved Angholmen.

Så lenge det ikke vurderes tiltak for hele indre delen av Fedafjorden anses det derfor ikke som nødvendig å gå videre med Trinn 2 risikovurdering for Breivika. Området sammen med resten av indre del av Fedafjorden kan imidlertid ikke friskmeldes. Overvåkning av forurensningstilstand ved jevnlig prøvetaking av bunndyr, blåskjell eller fisk anbefales derfor å fortsette.

## Indrevika

Det er gjort en trinn 3 risikovurdering for sedimentene i Indrevika. Risikovurderingen består av 3 uavhengige risikovurderinger med hensyn til risiko for spredning av miljøgifter, risiko for human helse og risiko for økosystemet (Miljødirektoratets beregningsverktøy), og en samlet vurdering som også tar hensyn til andre målte parametere og observasjoner som ikke inngår i beregningsverktøyet. Risikovurderingen er gjort i henhold til Miljødirektoratets veileder TA 2802/2011. Tiltaksvurderinger for Indrevika er gitt i egen rapport.

### Indrevika – resultater

Indrevika er spesielt preget av forurensning av PAH og kvikksølv (tilstandsklasse V). Forurensning av kobber, bly, kadmium, sink og TBT er også høy. Kjerneprøver viser at forurensningsgraden dypere i sedimentet er like høy som i overflaten. Forurensning av kvikksølv og PAH er høyest nord i Indrevika mellom Trælandsfos og Kleven brygger. Det er også høye konsentrasjoner av kvikksølv i et tidligere mulig dumpeområde for muddermasser fra vedlikeholdsmudring utenfor Trælandsfos.

Tidligere og nyere undersøkelser tyder på at kvikksølvforurensning hovedsakelig har spredd seg fra et utslippsområde ved Trælandsfos AS og at PAH-forurensning hovedsakelig har spredd seg fra et utslippsområde ved Eramet Norway Kvinesdal AS (ENK), men at kildene i dag er stanset.

Undersøkelser av alkylerte PAH indikerer at PAH-forurensningen er forbrenningsrelatert. Undersøkelser av PAH-profiler fra sedimentprøver i

Indrevika i 2010 sammenlignet med PAH-profiler fra sivevannsediment fra ENK AS sitt deponi på Fosselandsheia, viser at PAH-profilene er sammenfallende noe som tyder på at PAH i sedimentene stammer fra utslipp fra ENK AS. Beregninger av PAH-forbindelsenes toksisitet på bentisk fauna indikerer at forurensningen ved stasjon 66 og 67 kan medføre toksiske konsentrasjoner av PAH i porevann. Ellers er det beregnet lav toksisitet av PAH i porevann.

Toksisitetstester indikerer også at porevannet ikke er giftig på algen *Skeletonema costatum* eller for krepsdyret *Corophium volutator*. Det er imidlertid indikasjoner på at organisk ekstrakt av sedimentet kan utgjøre en risiko mhp. dioksiner. Bortsett fra DR Calux-testen er det ikke gjort undersøkelser av dioksiner i sedimentene. Undersøkelser og vurderinger av Hydros forskningscenter i 2004 og 2005 så å si utelukker at SiMn-prosessen kan medføre dannelse av dioksiner. Det er ikke mistanke om andre kilder til dioksiner i området.

Prøver av sjøvann med passive prøvetakere indikerer at vannet i området nord i Indrevika er påvirket av forurensning av bly og PAH fra sedimentene (tilstandsklasse II). Ellers antas det også å være noe påvirket av dagens aktivitet ved ENK i forhold til aluminium og jern.

Målinger av mengde tilgjengelig sulfid i sedimentet indikerer at tungmetallene bly, kobber, kadmium, nikkel, kvikksølv og sink kan være immobilisert på grunn av sterke sulfidbindinger.

Det måles påvirkning på biota for noen metaller, så selv om det er beregnet sterke sulfidbindinger kan det ikke konkluderes med at tungmetallene er immobilisert i sedimentene.

Beregninger viser at konsentrasjon av kvikksølv i torskefilet i Indrevika kan utgjøre en risiko for human helse ved høyere konsum enn 560 g i uka for voksne og 120 g for barn (kapittel 5.7). Det er påvist metylkvikksølv i sedimentet fra 0,56 µg/kg TS til 8,2 µg/kg TS. Det er uten unntak målt høyere konsentrasjon av metylkvikksølv i overflaten (0-1 cm). Høyeste konsentrasjon er målt i stasjon 42 nærmest Trælansfos og generelt nord i Indrevika. Resultatene indikerer at metylkvikksølv dannelse påvirkes av redokspotensial og TOC-innhold i sedimentet.

Det er påvist høye konsentrasjoner av PAH i bunndyr fra området nord i Indrevika. Det er usikkert om verdiene er reelle eller om prøvene kan være forurensset av partikler. For fisk som spiser bunndyrene vil imidlertid resultatene gjenspeile reell eksponering. Konsentrasjoner av PAH i blåskjell fra samme område er lave og har hatt en avtakende tendens de siste 20 årene.

På grunn av terskelen ved Angholmen er det dårlig vannutskiftning i det indre bassenget i Fedafjorden. Det anses derfor som lite sannsynlig at partikkelbundne miljøgifter fra Indrevika kan spre seg til ytre deler av Fedafjorden. Det er imidlertid mulig at forurensset sediment kan spre seg så langt som til terskelen ved Angholmen og dermed påvirke miljøtilstanden i hele det indre bassenget. Målinger ved stasjon 3 som ligger i de dypeste delene av

det indre bassenget (80 m dyp) tyder imidlertid på lite spredning av miljøgifter utover i fjorden.

I 2010 ble det ved hjelp av sedimentfeller beregnet at hvert skipsanløp til kaianlegget til ENK AS medførte oppvirvling av ca. 500 kg sediment. Forurensningstilstanden i sedimentfellene samsvarer med forurensningstilstanden i sedimentet utenfor kaianlegget målt i 2013. Antall skipsanløp (store skip) er estimert å være ca. 400 per år. Turbiditetsmålinger i samme området viste at forhøyet partikkelnivå i vannet ofte kunne kobles til skipsanløp, men at det var lite korrelasjon mellom skipsanløp av store skip og utslag på turbiditetsmåleren. Det er mulig at turbiditet i vannet som følge av vind har en minst like stor påvirkning på oppvirvling og spredning av sediment.

Som nevnt er forurensningsgraden i sedimentet ved ENK AS sitt kaianlegg betydelig lavere enn ved Kleven brygger nord i Indrevika. Det er ikke utført separate risikovurderinger i beregningsverktøyet av spredning fra disse to kaiene, og det er derfor vanskelig å bruke resultatene fra beregningsverktøyet til å anslå om spredningen av miljøgifter som følge av skipstrafikk er betydelig. Det anbefales derfor å gjøre en egen spredningsberegning / måling ved anløp til Kleven brygger.

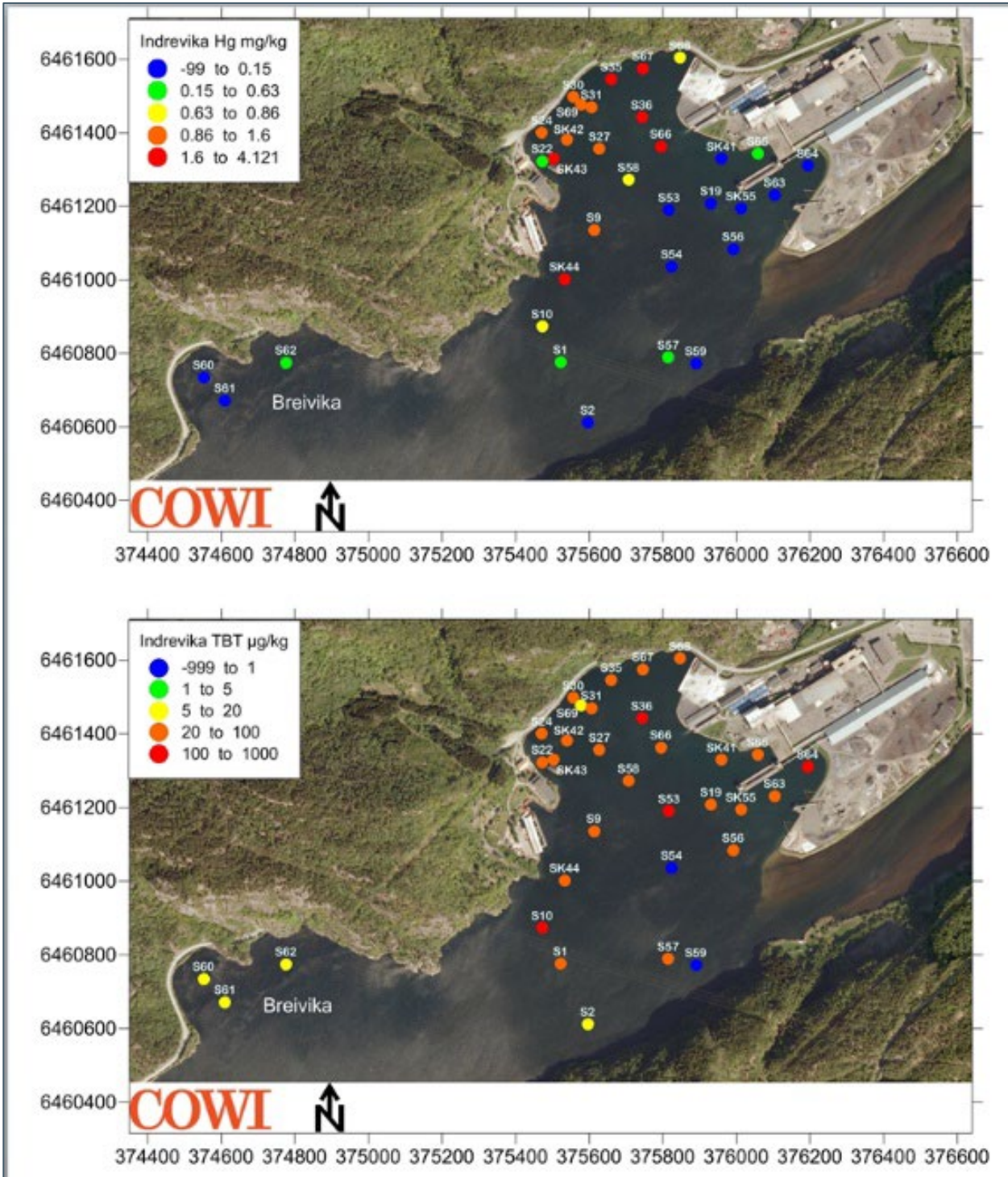
### **Indrevika – konklusjon**

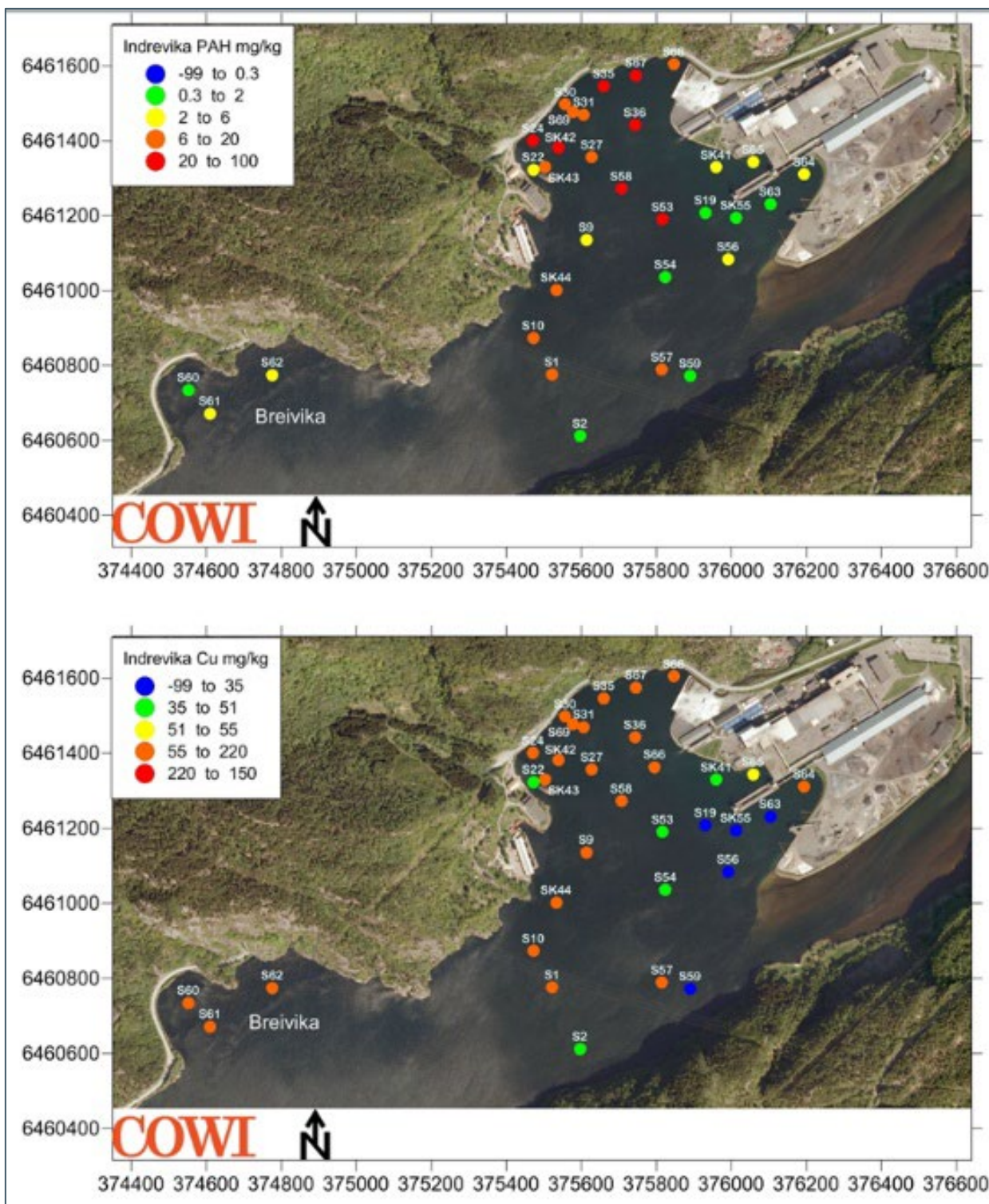
Når supplerende vurderinger og undersøkelser tas i betraktning fremstår de viktigste parameterne med hensyn på risiko i området å være:

- Økologisk risiko: PAH (nord i Indrevika), TBT og ev. dioksiner eller dioksinlignende stoffer
- Helse: Kvikksølv
- Spredning: Kadmium, kobber, kvikksølv og PAH

Resultatene for risikovurderingen viser at området ikke kan friskmeldes iht. TA-2802/2011. Påvist forurensning er også i konflikt med nåværende miljømål for Fedafjorden. Dette medfører at det må gjøres en tiltaksvurdering for området.









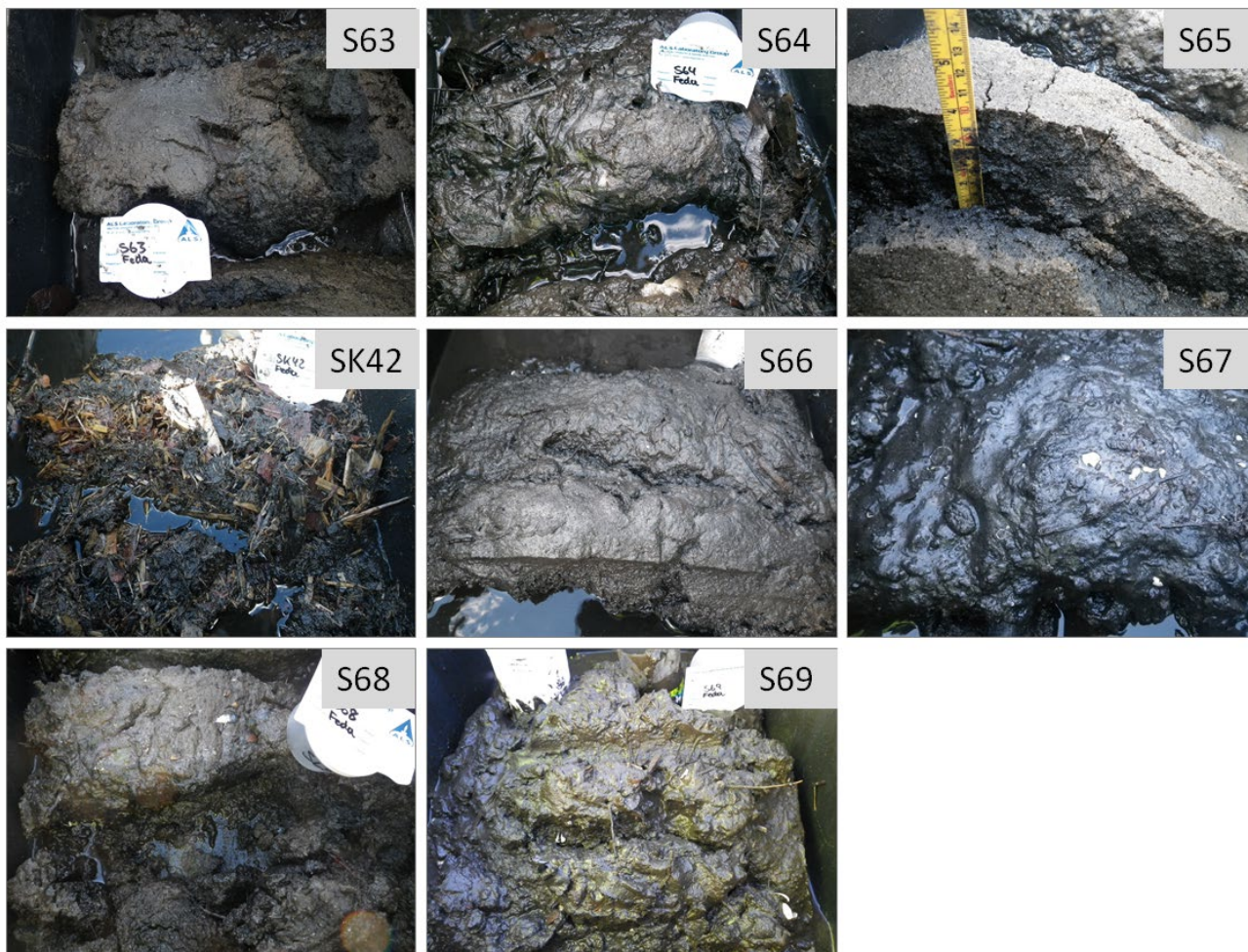
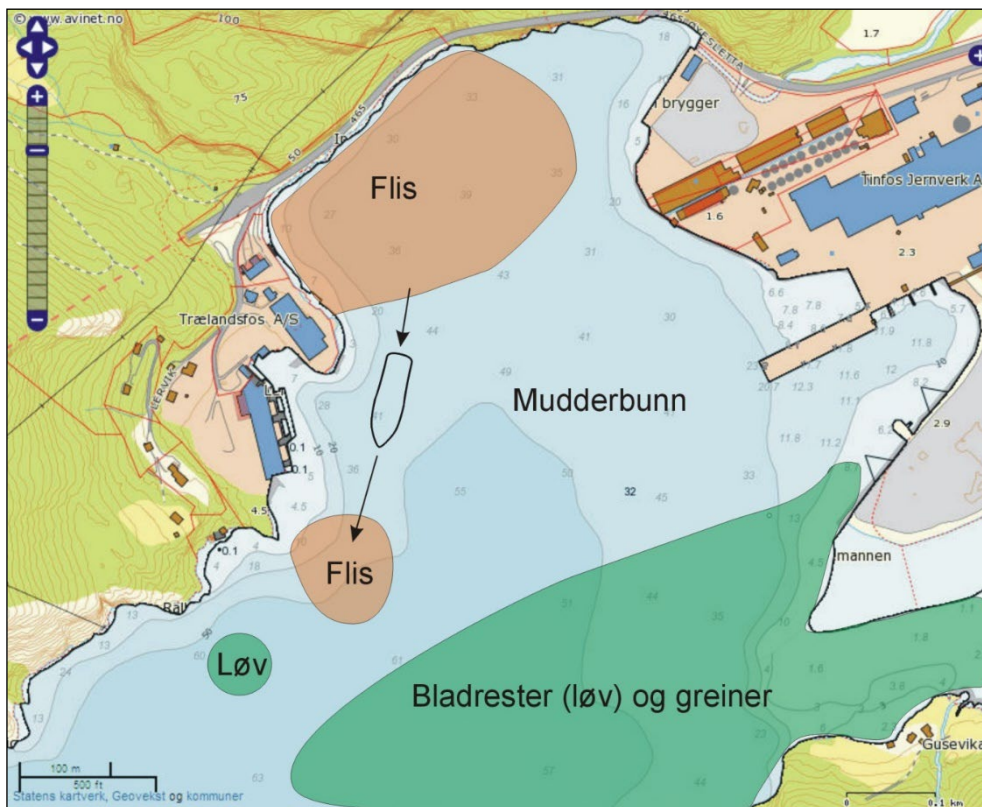


Foto av sediment i Indrevika

Bunnforholdene i delområde Indrevika varierer mellom store områder med flis i Indrevika, mye løv og greiner ved utløpet av Kvina og mer siltige/leirige muddermasser i området mellom Kvina og Indrevika. En mer detaljert beskrivelse er gitt i figuren nedenfor. Begrepet mudder benyttes når samlet silt- og leirinnhold er  $> 90\%$ .

Som det fremgår av bildene under kartet var det under driften ved fabrikken lagret store mengder med avbarket tømmer (props) i Indrevika, og dette har ført til at det er mye treflis på sjøbunnen. I forbindelse med mudring av sjøbunnen utenfor Borregaard Trælandsfoss sitt tresliperi er noe flis fraktet lengre ut som vist i kartet nedenfor.





### 3.4 Regulering av Kvina og sedimentene i Fedafjorden (2014)

Målsettingen med denne vurderingen var å belyse om reguleringen av Kvina og reduksjon i vannføringen kan ha ført til negative effekter på sedimentene og resipienten indre Fedafjorden for øvrig. En gjennomgang av de naturgitte forhold som områdets geologi og erosjon, nedbørsfelt og tilrenning, hydrografien i fjorden, antropogene tilførsler mm, har ført til følgende slutninger.

Den vedvarende kraftige reduksjonen i elvas vannføring, anses å ha innvirkning på transport av partikulært materiale og sedimentasjonsforholdene utenfor elvas munning. På grunn av det forholdsvis tynne ferskvannslaget i resipienten, kan det synes som elvevannet bremses kraftig opp når det møter saltvannet i fjorden. I følge Stokes lov faller partiklene ut av suspensjon noe som periodisk kan ses ved omfattende akkumulasjon i elvemunningen. Hastigheten på elvevannet synes heller ikke tilstrekkelig for å føre til en generell rulletransport (bed load) av sedimentene.

Periodisk og drevet av flomepisoder, spyles likevel sedimentene ut i fjorden, men akkumulasjonen skjer hovedsakelig i de dypeste deler innenfor terskelen. Lette fraksjoner som terrestrisk organisk materiale (lauvverk) avsettes derimot i de grunneste områdene rett utenfor munningen. Dette forekommer derfor som forholdsvis tykke lag av bladverk på sjøbunnen med lite finmateriale og naturlig bunnfauna.

Mengden terrestrisk materiale, tilført fra nedbørsfeltet til elva og som lett transporteres mot fjorden, har sannsynligvis ikke økt som følge av reguleringen. Normalt vil store mengder organisk materiale bli nedbrutt og på sikt føre til oksygensvikt i vannmassene. Men manglende avleiring på sjøbunnen, og periodiske vannutskiftninger over terskelen virker mot dette.

Dog er det registrert utvikling av noe mer anoksiske forhold enkelte steder i resipienten, noe som kan tyde på stagnasjon eller f.eks. antropogene tilførsler som forbruker oksygenet i vannmassene. I tillegg kan det tenkes at redusert vannføring har endret sirkulasjon i deler av resipienten noe. Men overvåkingsdata fra perioden etter reguleringen, gir ingen klare indikasjoner på dette, men snarere at fjordavsnittet utvikler, om varierende, tetthetssjiktninger (temperatur og saltholdighet) som normalt gir bevegelser i vannmassene.

Bladverket slik det fremtrer på bunnen er også et dårlig substrat for bunnfaunaen. Manglende bunnfauna vil også redusere næringsgrunnlaget for fiskearter som f.eks. torsk, som i hovedsak beiter på sjøbunnen. Dette kan være hovedårsaken til sviktende fangst i de senere år og dermed en indirekte konsekvens av redusert vannføring.

Det foreligger ingen data for forekomst og fordeling av næringsalter (N og P) i resipienten fra tiden før reguleringen av Kvina. Slike data målt i perioden 1973-1995, tyder på et overskudd av nitrogen i resipienten, men at eutrofiering ikke er en særlig medvirkende årsak til redusert fiske.



### 3.5 Tiltak sedimenter i Fedafjorden – plan for langsiktig overvåking (2018)

I tabellen nedenfor er det gitt en oppsummering av prøvetaking som skal gjennomføres etter at arbeidet med tildekking er gjennomført.

Det samme programmet som gjøres etter avsluttet arbeid gjennomføres som langtidsovervåking etter 3, 6 og 10 år slik det fremgår av neste tabell.

*Oppsummering av undersøkelser som inngår i overvåkingsprogram for Fedafjorden*

	Sediment	Vann		Økologisk status		
		Tildekking	tett på	lengre unna	bløtbunn*	blåskjell
<b>Indrevika</b>	11	4	1	3	4	2

\*: inkluderer støtteparametere, sediment, næringsstoffer, siktedyp og CTD inkl. oksygen

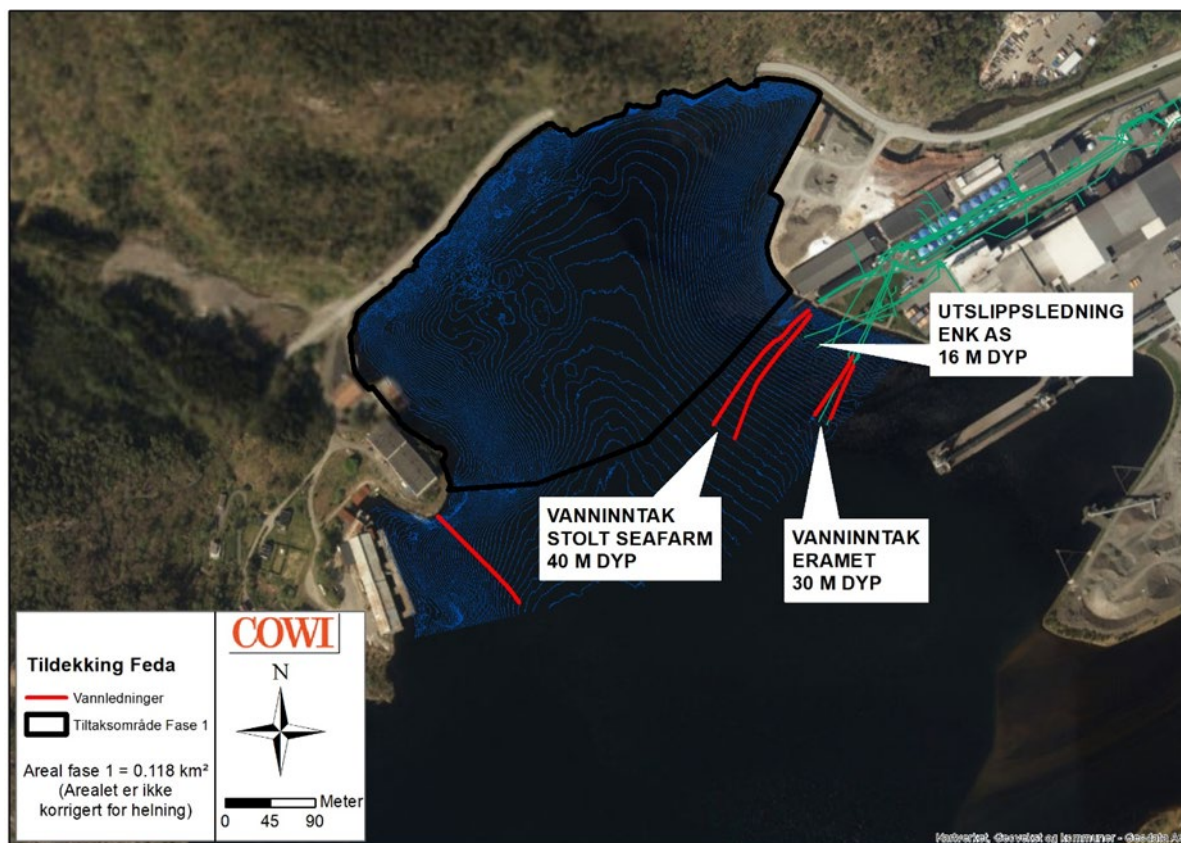
*Sammenstilling av tidslinjen i langsiktig overvåkingsprogram for Fedafjorden*

Overvåkingstema	Tidspunkt for gjennomføring etter avsluttet tiltak			
	<4 uker	3 år	6 år	10 år
Tildeckingslagets mektighet	x	x	x	x
Sedimentundersøkelser	x	x	x	x
Vannkjemi	x	x	x	x
Miljøgifter i organismer	x		x	x
Bløtbunnsfauna*	x	x	x	x

\*: inkluderer støtteparametre: sedimentet analyseres for TOC og kornfordeling, vannprøver fra forskjellige dyp analyseres for næringsstoffer, det måles siktedyp og gjøres CTD-målinger (ledningsevne, temperatur og dyp) samt oksygen med sonde.

### 3.6 ROS-analyser for sjøvannsinntak Stolt Seafarm (2018)

ROS-analysen er en kvantitativ analyse som tar for seg mulige hendelser som vil kunne oppstå i forbindelse med det planlagte tiltaket. Årsaker og eventuelle eksisterende barrierer vurderes samt sannsynligheter og konsekvenser som resulterer i en samlet risikovurdering. Avbøtende tiltak foreslås for å redusere det avdekkede risikobildet.



Fokus i ROS-analysen har vært hvordan tildekkingsprosessen i Indrevika, Fedafjorden kan komme til å påvirke inntaket av sjøvann til Stolt Seafarm som skjer både via Stolt Seafarm sitt eget vanninntak på 40 m dyp og Eramet sitt inntak på 30 m dyp. Fokus har vært på partikler i større grad enn spredning av miljøgifter da dette er vurdert til å være mer kritisk for piggvaren. 14 uønskede/utslippte hendelser i forbindelse med tildekkingsprosessen i Fedafjorden nær vanninntakene til Stolt Seafarm og Eramet er avdekket. Av disse 14 er fem i rød risikokategori, 8 i gul og én i grønn risikokategori, oppsummert i Tabell 5.

Tabell 1 Tabell som oppsummerer det totale risikobildet. Nummer representerer de ulike hendelsene #1-#14.

Risikomatrise		K1	K2	K3	K4
		Ubetydelig	Liten	Moderat	Alvorlig
S4	Meget sannsynlig				
S3	Sannsynlig		2,6,9,14	4	
S2	Mindre sannsynlig			12	1,3,5,10
S1	Meget lav sannsynlighet			13	7,8,11,

#### Hendelser i rød risikokategori:

De fem hendelsene som havner i rød risikokategori er knyttet til spredning av slagg, sand og oppvirvling av opprinnelig havbunn i anleggsfasen, samt debrissstrøm (undersjøisk ras).

#### Hendelser i gul risikokategori:

De åtte hendelsene som havner i gul risikokategori er også relatert til mindre oppvirvling av slagg og finpartikulær opprinnelig sjøbunn, sedimentasjon i

inntaksrør, uoppmerksom manøvrering og tildekking, akutt forurensing fra maskiner til land og sjø, samt turbiditetsstrøm/debrisstrøm (undersjøiske ras).

#### **Hendelse i grønn risikokategori:**

En hendelse havner i grønn risikokategori og den er relatert til hendelsen der både Stolt Seafarm og Eramet sine inntaksledninger rives over grunnet undersjøisk ras. Den havner i grønn kategori da sannsynligheten settes så lavt som S1.

Det er foreslått en rekke tiltak som går på hvordan massene skal håndteres under utlegging, anbefalte tider på døgnet og året for når arbeidet bør gjennomføres av hensyn til fisk, bruk av siltgardiner og turbiditetsmålere både i sjø samt inne på anlegg og i pumpestasjoner, vannprøvetaking og bruk av dykkere, strømmålinger, utarbeidelse av gode varslingsrutiner og beredskapsplaner og god kommunikasjon mellom byggherre og Stolt Seafarm, samt mer tekniske forslag som tilbakespyling av filter, og sikring av godt posisjoneringsutstyr. Oppfordring til større skip om forsiktig manøvrering er også et foreslått tiltak. I tillegg er det nevnt at det kan revurderes hvor stort areal som skal dekkes av 0-16 mm sand som vil inneholde større mengder finpartikler enn slagget som er knust til 0-40 mm. Men; det er da viktig å huske på at sanden har til hensikt å legge til rette for raske rekolonisering av sjøbunnen. Etter utrasing av strandkantdeponi i Flekkefjord i september 2018 er dette vurdert som et høyst aktuelt scenarie i analysen, men med relativt lave sannsynligheter grunnet nokså store forskjeller i mektigheter på utfyllingsmassene i Fedafjorden og i Flekkefjord. Det kan uansett være nyttig å innhente erfaringer fra rashendelsene i Flekkefjord med tanke på tildekkingsprosessen som nå skal gjennomføres i Fedafjorden.

Som nevnt innledningsvis har størst fokus i analysen vært på spredning av fine partikler mer enn på spredning av forurensing som er til stede i de eksisterende massene på sjøbunnen. Spredning av finpartikulært materiale ansees som et større problem for Stolt Seafarm sitt anlegg enn tungmetall fra bunnsediment; partiklene er vurdert som mer kritiske enn selve miljøgiftene. Dette skyldes at store partikkelmengder over tid kan føre til akutt fiskedød. Miljøgifter i de samme partiklene vil gradvis kunne tas opp i fisken noe som betyr at det vil ta lang tid før eksponeringen fører til en effekt på fisken. For å fange opp ev. konsekvenser av oppvirvling av miljøgifter kan det vurderes å utføre toksikologitester av fisk både før og etter tiltak.

### **3.7 Tiltaksplan Fase 1 for Indrevika – Revidert (2022)**

På oppdrag av Kvinesdal kommune v/Rene Listerfjorder utarbeidet COWI i 2014 en tiltaksplan for forurenset sjøbunn i Indrevika. Denne rapporten representerer en revisjon av tiltaksplanen fra 2014.

Risikovurderingen som er gjennomført på bakgrunn av målte sedimentkonsentrasjoner og økotokstester viser at det foregår spredning fra sedimentene, og at det er en risiko for negative økologiske effekter på organismesamfunnet i de aktuelle delområdene, og i prinsippet store deler av Indrevika og det indre fjordbassenget i Fedafjorden.

Miljømyndighetene bruker generelt grenseverdien mellom tilstandsklasse (TKL) II og III i sedimentene som miljømål i områder der kilder er sanert. I Indrevika overstiger alle sedimentprøvene TKL III. Spredningsvurderinger viser at forurensingen er i omløp, noe som sammen med forureningsnivået utløser behov for tiltak.

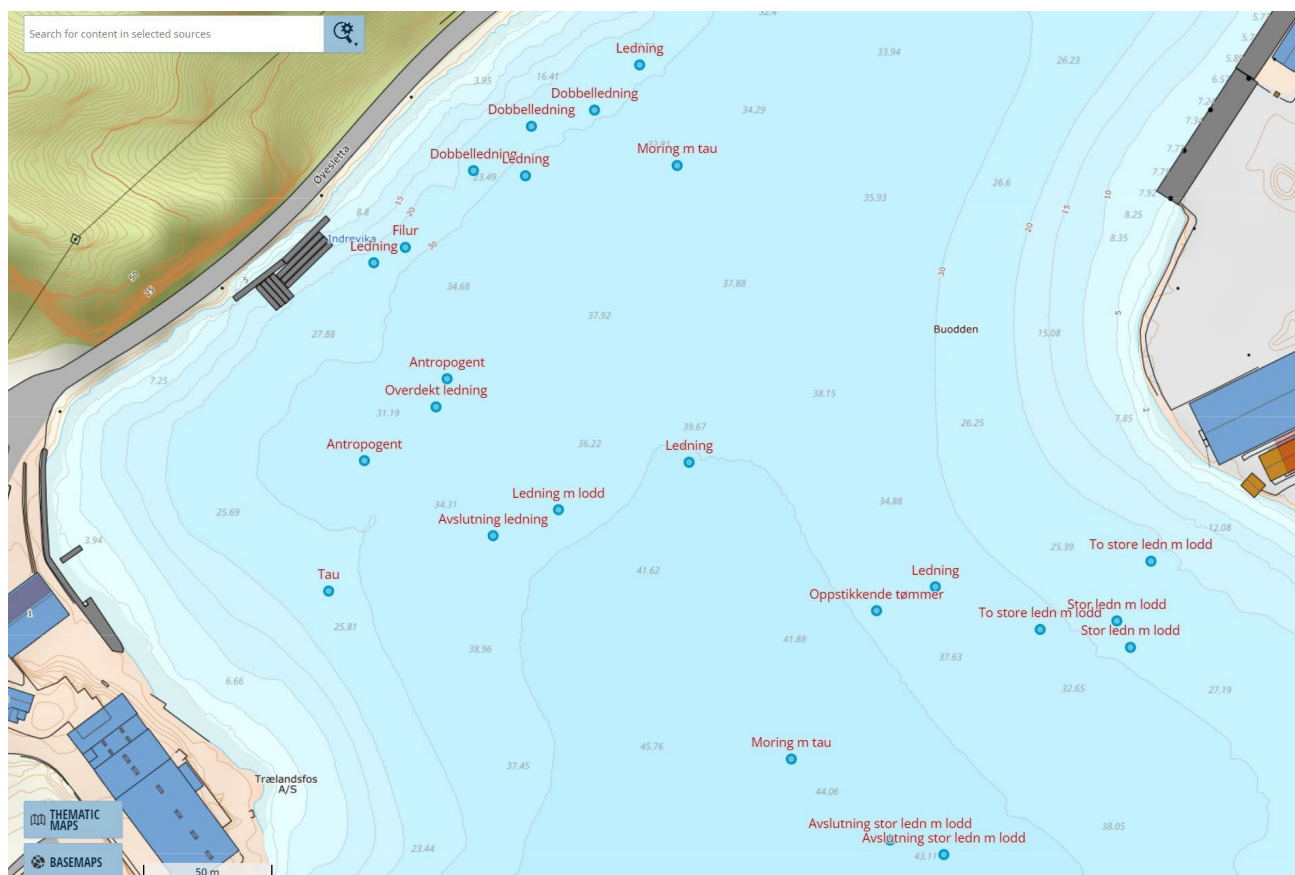
Det finnes mange ulike tiltaksalternativer for forurensete sedimenter og forurenset jord, hovedprinsippene for tiltak er:

1. Nullalternativet
2. Isolere på stedet
3. Behandle på stedet
4. Fjerne og isolere
5. Fjerne og behandle

Området i Indrevika er vurdert mht. behov for tiltak. Formålet med å gjennomføre tiltak er å oppnå risikoreduksjon ved at den verste forurensningen fjernes. Vurdering av behov for tiltak bør være forankret i lokale miljømål slik at effekt og måloppnåelse kan vurderes.

### Vurdering av kulturminner og skrot på sjøbunnen

I regi av Maritimt museum er det gjort en kartlegging av sjøbunnen med sidesøkende sonar for å avdekke eventuelle historiske objekter. Det ble ikke påvist kulturminner som er fredet iht. kulturminneloven. Det ble påvist sjøledninger og andre elementer på sjøbunnen. Funnene i undersøkelsen er vist i figuren nedenfor. Det er ikke vurdert om skrot kan påvirke tildekkingslaget.



### **Vurdering av behov for tiltaksløsninger**

Nedenfor følger en foreløpig vurdering av behov for tiltak i Indrevika fordelt på aktuelle tiltaksmetoder. For å fatte gode beslutninger er det viktig å ha klare mål for arbeidet. Det er trolig mange mulige veier frem til målet. Vi er nå i en fase der tiltaksplanen er under utvikling og de foreløpige forslagene til tiltaksløsninger gitt nedenfor er derfor et grunnlag for videre diskusjon for å komme frem de de beste kost-nytte baserte løsningene.

### **Nullalternativet**

Generelt beskriver dette en situasjon hvor en i utgangspunktet ikke skal foreta noe videre med de forurensede sedimentene. Forurensningssituasjonen er kjent, men av ulike årsaker velges det å la sedimentene ligge urørt der de ligger.

Under Nullalternativet defineres en lang rekke aktiviteter og forhold som kan iverksettes uten å gjøre fysiske inngrep i sedimentene på sjøbunnen. Disse kan på kortere eller lengre sikt, hindre den uønskede eksponering overfor miljøgiftene i sedimentene og vannmassene. Dette kan være kildekontroll, naturlig nedbrytningsprosesser, naturlig sedimentasjon, ferdselsrestriksjoner, kostholdsråd og overvåking.

Det er kartlagt tydelig spredning fra kildeområdet og 700 m utover i Indrevika. I de dypere områdene (ned mot 80 m dyp) og ut til terskelen ved Angholmen er det påvist mindre grad av forurensning. På grunn av spredningen ut fra det forurensede området er nullalternativet kun en løsning i de grunnere områdene ved Kleven brygger der de forurensede sedimentene mest sannsynlig allerede er erodert og avsatt i dypere områder.

### **Tildekking på stedet**

For at en overdekking skal etableres og fungere etter forutsetningene, bør tiltaket skje i forholdsvis beskyttede områder. Dette kan løses med tykksjikttildekking, ofte et vel 30 cm mektig lag som fysisk skiller forurensning fra bunndyrsfauna. Ved tynnsjikttildekking som er tynnere enn bioturbasjonslaget (<10 cm), kan det være nyttig med bioturbasjon for å fordele det aktive materialet mest mulig i den bioakive sonen.

Tildekking er det mest aktuelle alternativet. I de sentrale delene av Indrevika er vanddypet på ca. 30 m og er dermed lite utsatt for skips- og bølgeerosjon. Ved kaianleggene er det grunnere og her må det eventuelt velges løsninger som tar hensyn til potensiale for erosjon på grunn av skipstrafikk og strømninger på sjøbunnen (se nullalternativet).

Basert på forurensingsnivå i sedimentprøver er det anbefalt tildekking ned til vanddyp på 45 m. Tildekking til så store vanddyp er ikke normalt, men dette skyldes at det mest forurensede området i Indrevika er på 30 – 45 m dyp, og at det er påvist påvirkning på biota i det aktuelle området.



### **Fjerning av forurensede masser**

Fjerning er ensbetydende med en eller annen form for mudring av de forurensede sedimentene. Fordelen med mudring er at de forurensede massene fysisk fjernes fra sjøbunnen, normalt kan man regne med at ca. 10 % av forurensingen ligger igjen. Mudring utføres tradisjonelt enten ved ulike typer sugemudring eller ved bruk av grabber.

Mudring er også et alternativ, særlig i området ved tidligere utslippspunktet for avløpsvann ved Trælandsfos, men vil trolig ha en høyere kostnad sammenlignet med tildekking. Fordelen med denne metoden er at fremtidige kilder fjernes (i praksis er det vanskelig å oppnå 100 % fjerning). Grad av suksess ved denne metoden er avhengig av at evt. landkilder er kartlagt og stoppet. Det er også viktig å ha kontroll på spredning under arbeid og at det heller ikke er andre marine kilder i området.

### **Overlagsberegning av kostnader**

Et tiltak som innbefatter tildekking av forurenset sjøbunnen i sentrale deler av Indrevika er estimert til å koste i størrelsesorden 40 millioner. En mer detaljert beregning av summene vil bli gitt etter gjennomføring av en Monte Carlo usikkerhetsanalyse.

## **3.8 Tildekking Fedafjorden – Stedsspesifikk vurdering av tildekkingsmasser – Revidert (2022)**

På oppdrag av Kvinesdal kommune v/Rene Listerfjorder har COWI AS har i oppdrag å detaljprosjekttere tildekking av sjøbunn i Indrevika, Fedafjorden i Kvinesdal Kommune. Første rapport med vurdering av tildekkingslag ble utarbeidet i 2018. Foreliggende rapport er en revisjon av denne.

I forbindelse med detaljprosjekteringen er det modellert tykkelse av tildekkingslag. Det er tatt utgangspunkt i at konsentrasjonen av miljøgifter i de øverste 10 cm av tildekkingslaget skal oppfylle tilstandsklasse II 1000 år etter tildekking av de forurensede sedimentene i Indrevika.

For numerisk modellering er CapSim brukt. Forbindelsene som det er modellert for er antracen, kvikksølv og kobber. Antracen er den styrende forbindelsen for utlekking, da denne har høyere målt konsentrasjon i sedimentet i forhold til øvre grenseverdi for tilstandsklasse II enn de andre miljøgiftene.

Resultatene viser at et isolasjonslag på 20 cm er tilstrekkelig for å opprettholde tilstandsklasse II i de øverste 10 cm 1000 år etter tildekking. Over det kjemiske isolasjonslaget på 20 cm legges det et 10 cm tykt adveksjonslag for å hindre utvasking av laget under, samt et ca. 5 cm blandings-/usikkerhetslag.

Det er gjort en stedsspesifikk vurdering av hvilke tildekkingsmasser som er best egnet i de enkelte delområdene. Tildekkingsmassene er enten natursand eller nedknust fjell som tilfredsstiller krav til permeabilitet og filteregenskaper. Det legges vekt på at massene skal legges ut skånsomt for å redusere risiko for

oppvirvling og dermed spredning av forurensning under tiltak. Massene bør fortrinnsvis legges/pumpes ut under vann.

I **delområde 1** ved Kleven brygger legges det 25 cm med 0-16 mm masser og over dette laget legges det et 20 cm erosjonslag av stein. Dette laget legges fra 10 til 20 m dyp.

**Delområde 2** fortsetter fra delområde 1 ned til 45 m dyp. Området ligger vest for vanninntaket til Stolt Seafarm og det er derfor viktig å bruke tildekkingsmasser uten finstoff. Det legges 35 cm 5-8 mm grus<sup>2</sup> i minimum to lag hvor det første skal være maksimum 15 cm tykt. Det er ikke gjort vurdering av kostnader mht. omlegging av vanninntaket midlertidig eller permanent. Massene skal legges ut fra det dypeste området mot grunneste av geotekniske hensyn.

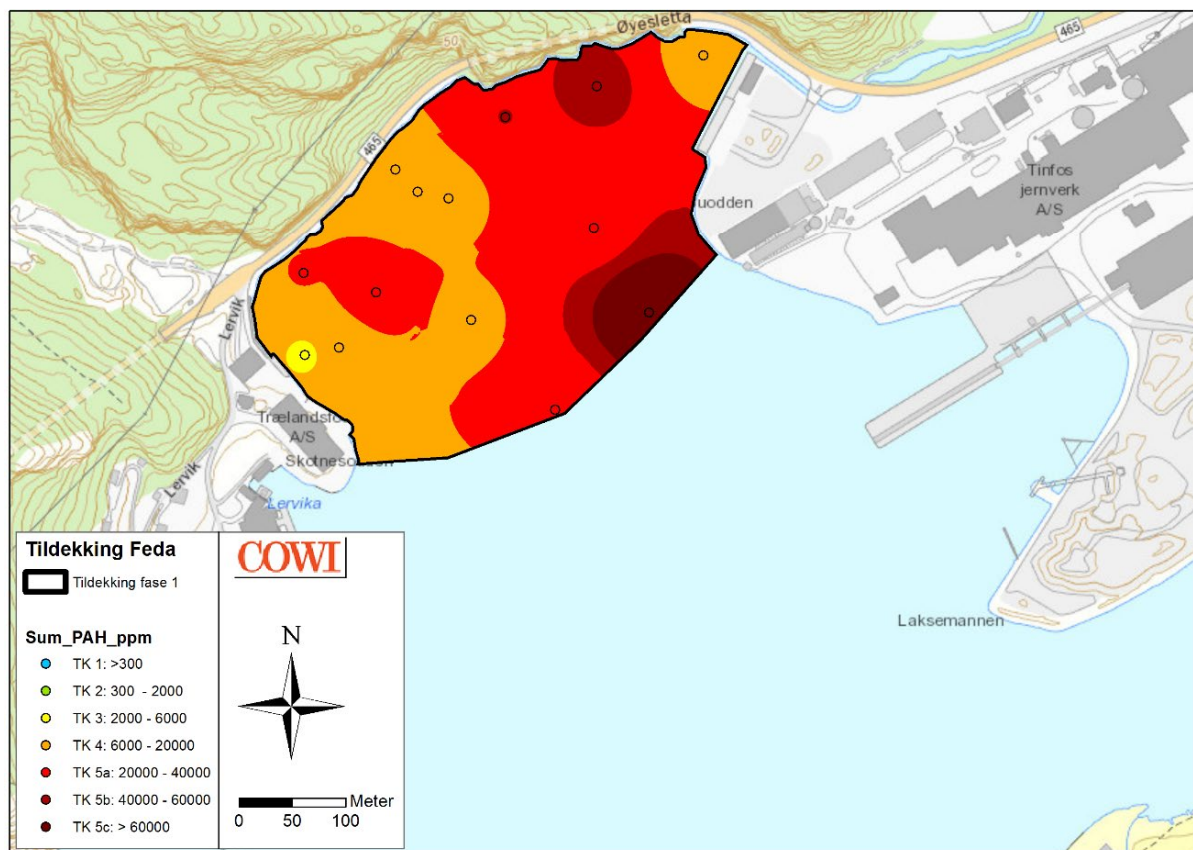
I **delområde 3** skal det benyttes 0-8 mm masse som legges ut i minimum to lag hvor det første skal være maksimum 15 cm tykt, totalt 35 cm. Massene skal legges ut fra det dypeste området mot grunneste av geotekniske hensyn.

I den østlige delen av tiltaksområdet er det planlagt en større utfylling i sjø, og i dette området er det planlagt å legge et lag på 0,5 m med oppfyllingsmasser, f.eks. SiGS som er et biprodukt fra smelteprosessen ved ERAMET Norway AS sitt prosessanlegg ved Indrevika i Fedafjorden. Massenes funksjon er å hindre oppvirvling av forurenset sjøbunn i forbindelse med utfyllingen i Indrevika.

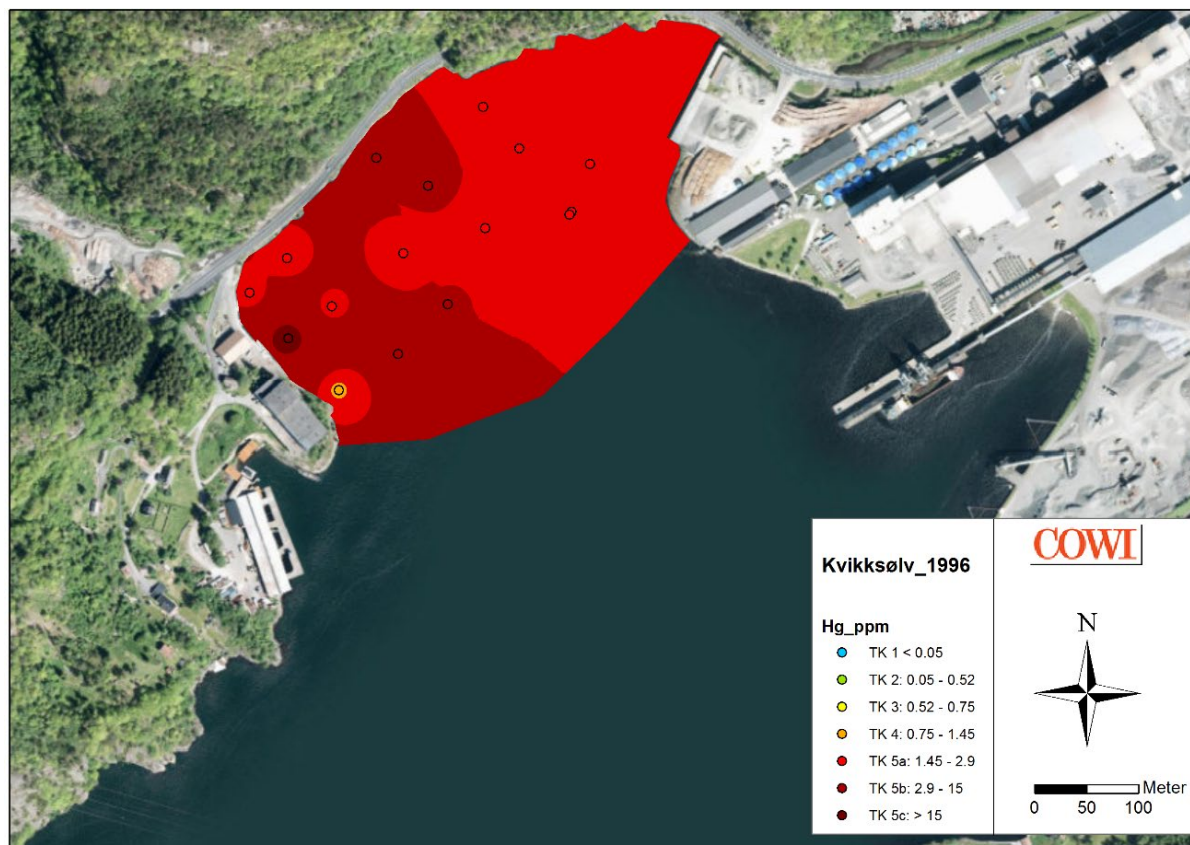
Tildekkingen skal fortrinnsvis skje i den kaldeste perioden mellom februar – april da fisken i denne perioden er mindre utsatt for stress og dermed bedre rustet til å takle ev. situasjoner som måtte oppstå.

---

<sup>2</sup> Utført modellering ved bruk av CapSim viser at det også dette tildekkingsmaterialet vil hindre utlekking av metaller til resipienten

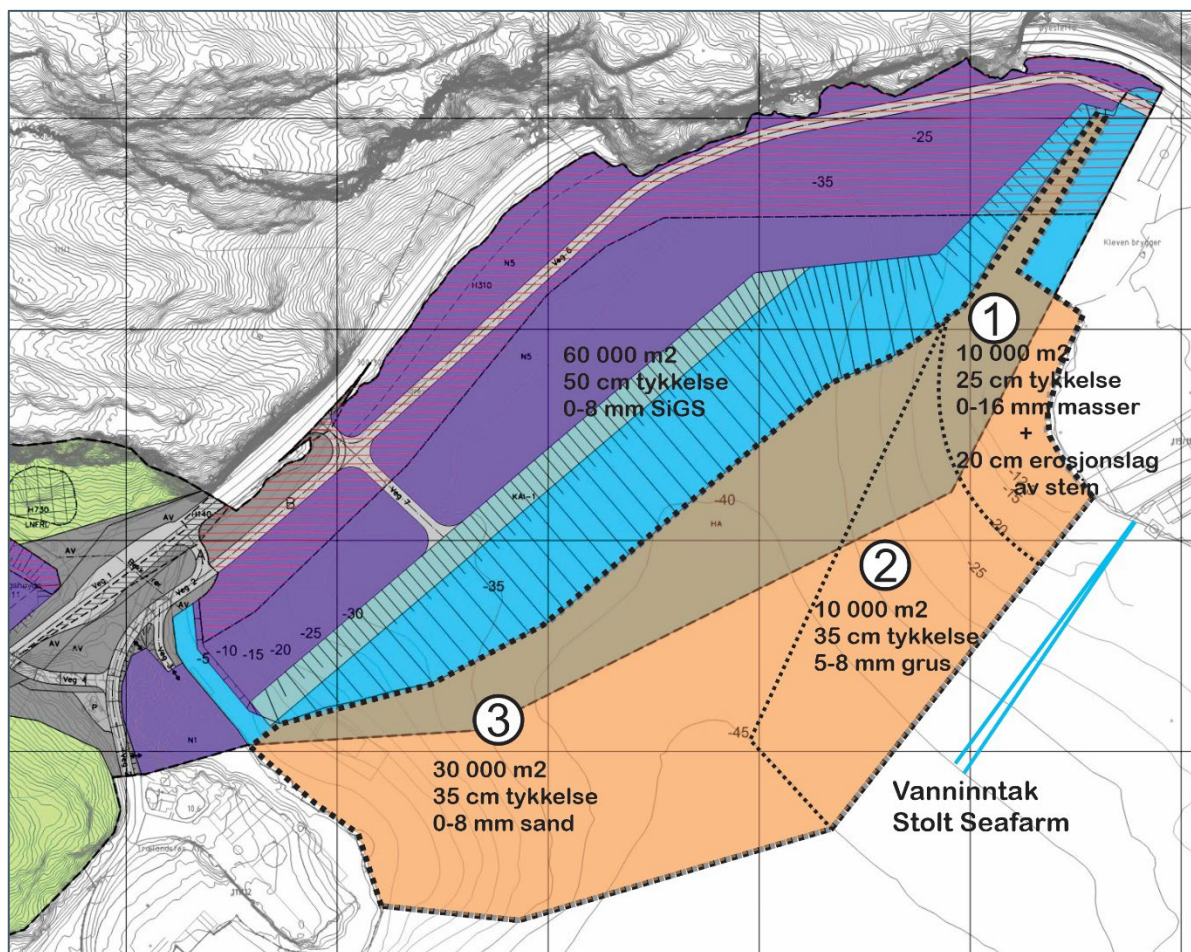


Kart viser tiltaksområdet med angitte flate-dekkende tilstandsklasser interpolert mellom enkeltpunkt for PAH-16.



Kartet viser tiltaksområdet med angitte flate-dekkende tilstandsklasser interpolert mellom enkeltpunkt for kvikksølv i 1996.





Kartet viser planlagte tiltak. I det blå og lilla område mot veien (vest) skal det etableres fylling. Tildekking av forurenset sjøbunn vil skje i område 1, 2 og 3.

### 3.9 Miljøtilstand i Fedafjorden – Overvåkingresultater 2021 (2022)

I forbindelse med planlegging av tiltak mot forurenset sjøbunn i Indrevika er det blitt gjennomført flere miljøundersøkelser med fokus på forurensning i perioden 2010-2021. Det er også utarbeidet tiltaksplan for Indrevika med stedsspesifikk vurdering av tildekkingsmasser. Målet med det planlagte tiltaket er å oppnå god miljøtilstand i området.

Gjennomførte undersøkelser og resultater i denne rapporten er forberedende arbeid og beskriver tilstanden i Indrevika før tiltak. Det ble etablert tre stasjoner med totalt ni sedimentfeller, tre turbiditetsloggere og en strømmåler. I tillegg er det tatt vannprøver for metaller og satt ut passive prøvetakere (POM) for å bestemme innholdet av PAH og PCB i vann.

#### RESULTATER

Resultatene fra miljøovervåking i 2021 viser at det er miljøgifter i omløp i Indrevika. Dette støttes av funn av metaller, PAH-forbindelser samt PCB i sedimentfeller og vannprøver, med de høyeste konsentrasjonene nærmest den forurensete sjøbunnen.

Turbiditetsmålinger på 4, 20 og 35 m dyp har vist at det forekommer episoder med økt partikkelmengde i vannmassene. Særlig mange tilfeller måles i stasjonen på 5 m vanddyb i nærhet av Kleven brygger. Noe kan forklares med nedbørsepisoder som fører til økt partikkelstrøm i bekk og avrenning fra land, men det er trolig også relatert til sediment oppvirvling pga. skipstrafikk.

Strømmålinger viser at det eksisterer en strøm fra den sentrale delen av Indrevika i retning vanninntaket til Stolt Seafarm. Gjennomført ROS-analyse har vist at dette er den mest kritiske faktoren mht. gjennomføring av tildekkingsprosjektet i Indrevika. Det er derfor viktig å unngå økt partikkeltransport i og til området rundt vanninntaket, som ligger på 40 m vanddyb.