

Klar for tiltak I Flekkefjord og Fedafjorden



Flekkefjord
kommune

Arve Misund, COWI
Silje Nag Ulla, COWI
Terje Aamot, Rene
Listerfjorder

Rene Listerfjorder



COWI

Gjennomførte undersøkelser i Flekkefjord og Fedafjorden

- Sedimentprøver
- Toksisitets- og helsesedimenttest
- Oksygenmålinger
- Binding av metaller (AVS/SEM)
- Passive prøvetakere – biotilgjengelighet
- Metylkvikksølv i sediment og fisk
- Undersøkelse av fisk og blåskjell



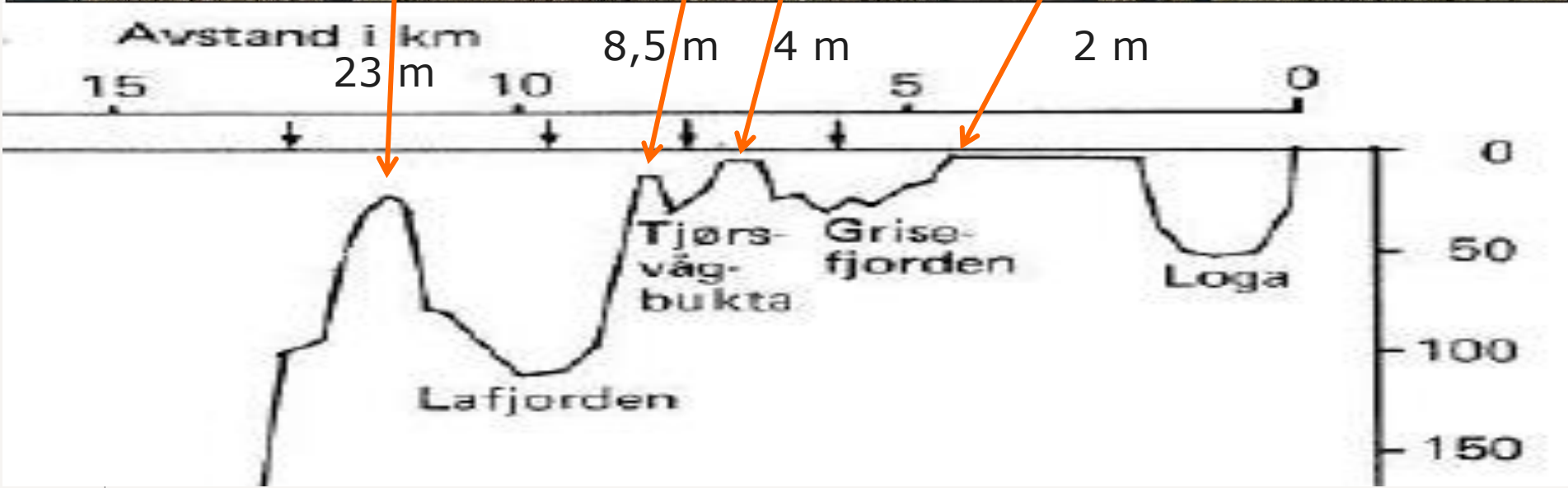
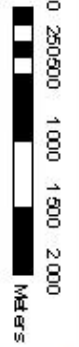
Utfordringer i Flekkefjord og Fedafjorden

- > Anoksiske basseng (Flekkefjord)
- > Kvikksølv (Fedafjorden og Flekkefjord)
- > PAH (Fedafjorden)
- > PCB (Flekkefjord)

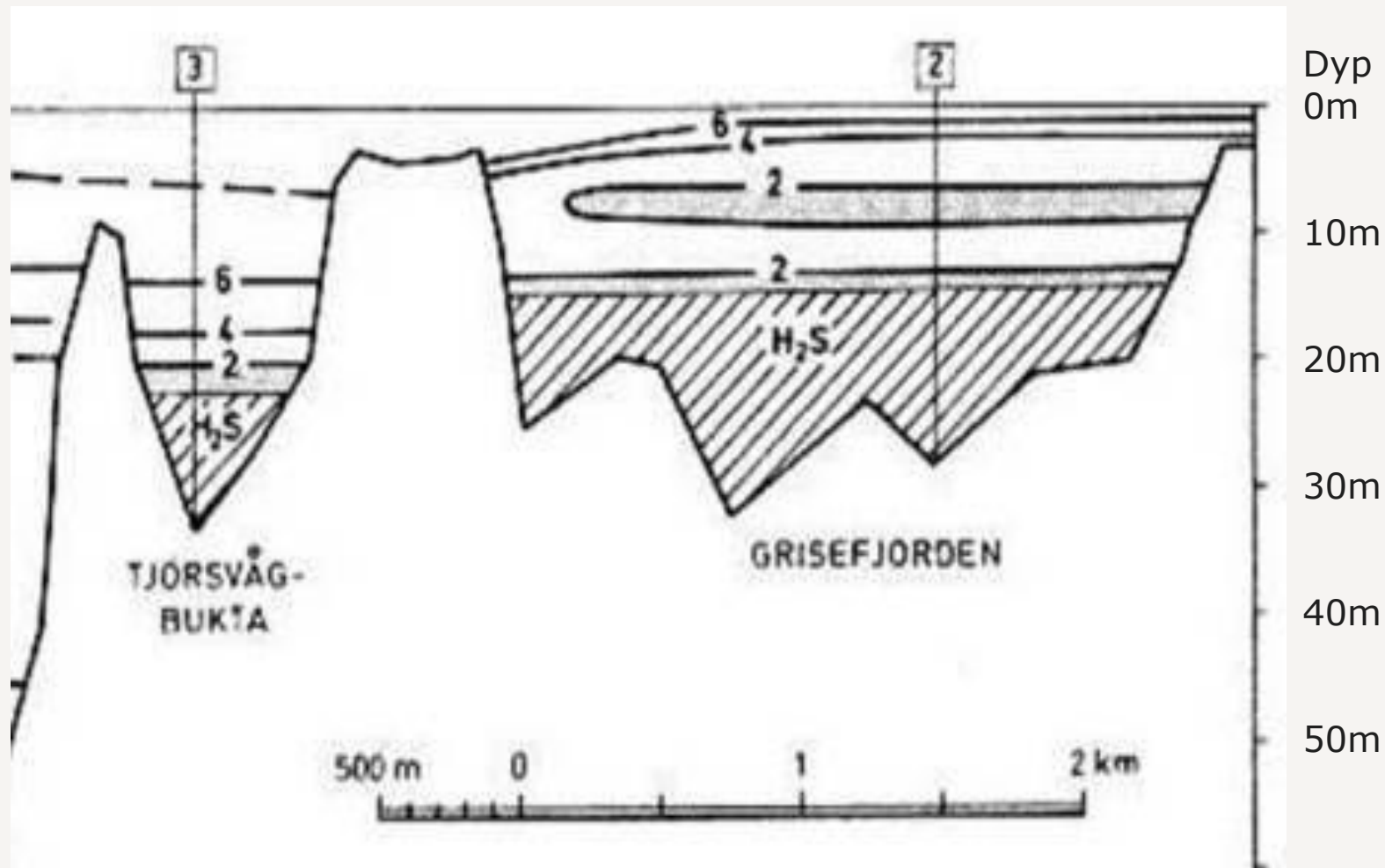
Breakaktivitet → Terskelfjorder

Tegnforklaring

- Overflateprøver 2011
- Kjemneprøver 2011



Bunntopografi og oksygennivå i vannsøylen (Niva, 1976)



Vannkjemi i Grisefjorden

- Studier i 1986:
Stør tilførsel av næringsstoffer \Rightarrow overgjødning
Anoksisk bunnvann
- Studier i 1994-95:
Mindre tilførsel av næringsstoffer og mer oksygen i
bunnvann
- Studier i 2003:
Lite endringer siden 1994-95
Anoksisk vann under 13 m dyp
- Studier i 2011:
Dykker påviste anoksist overgang under 12 – 13 m dyp



Aarenes Lærfabrikk
(nedlagt)




Sedimentprøver fra
Grisefjorden



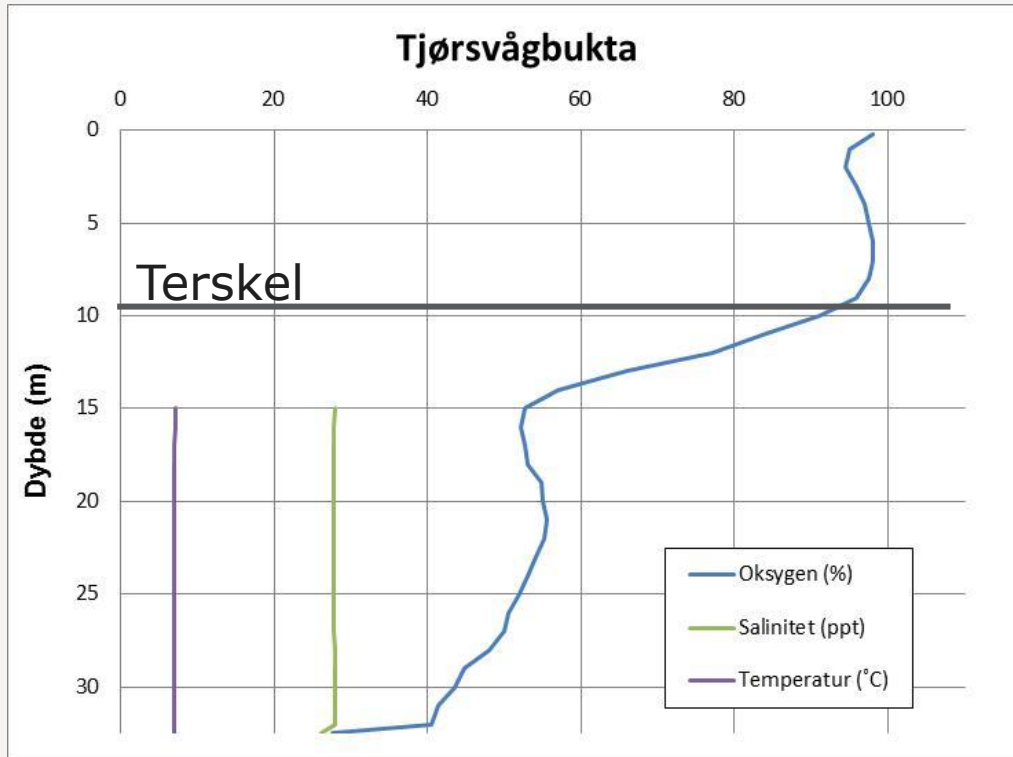
H₂S lukt

8

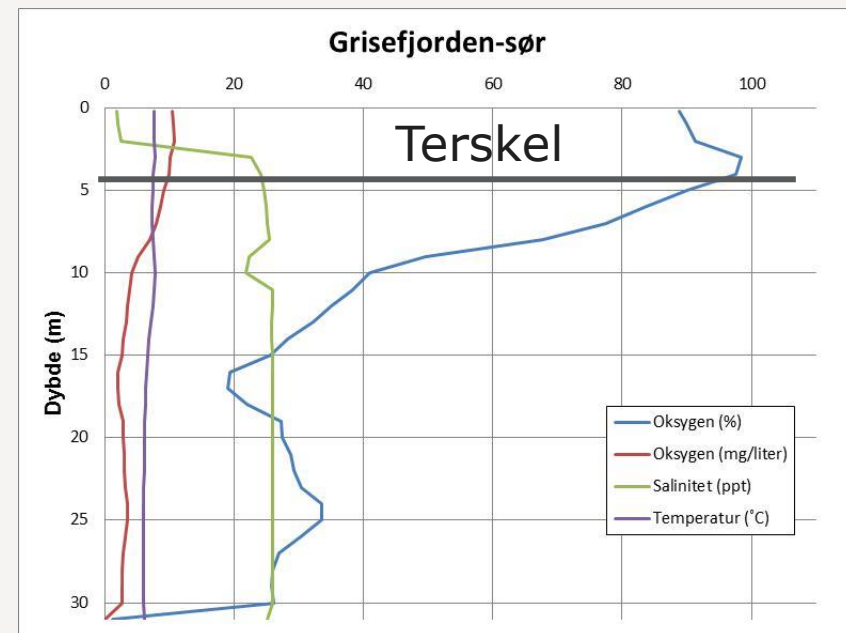
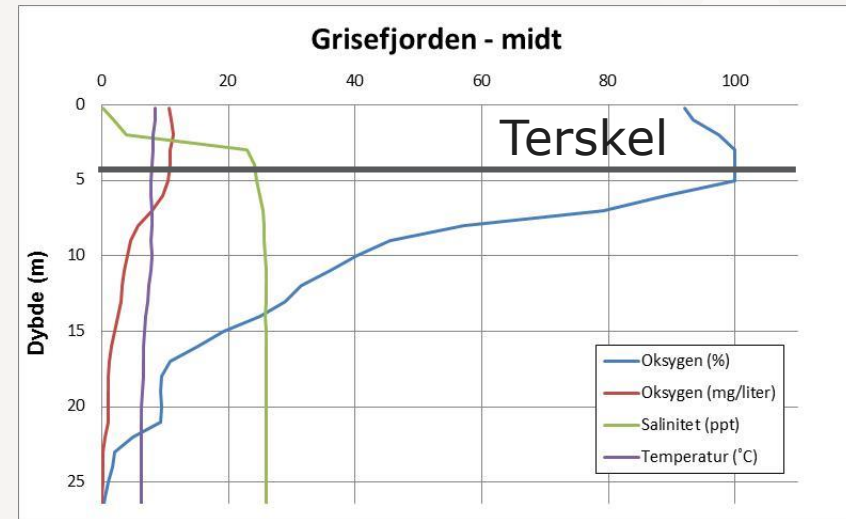


Bløte prøver

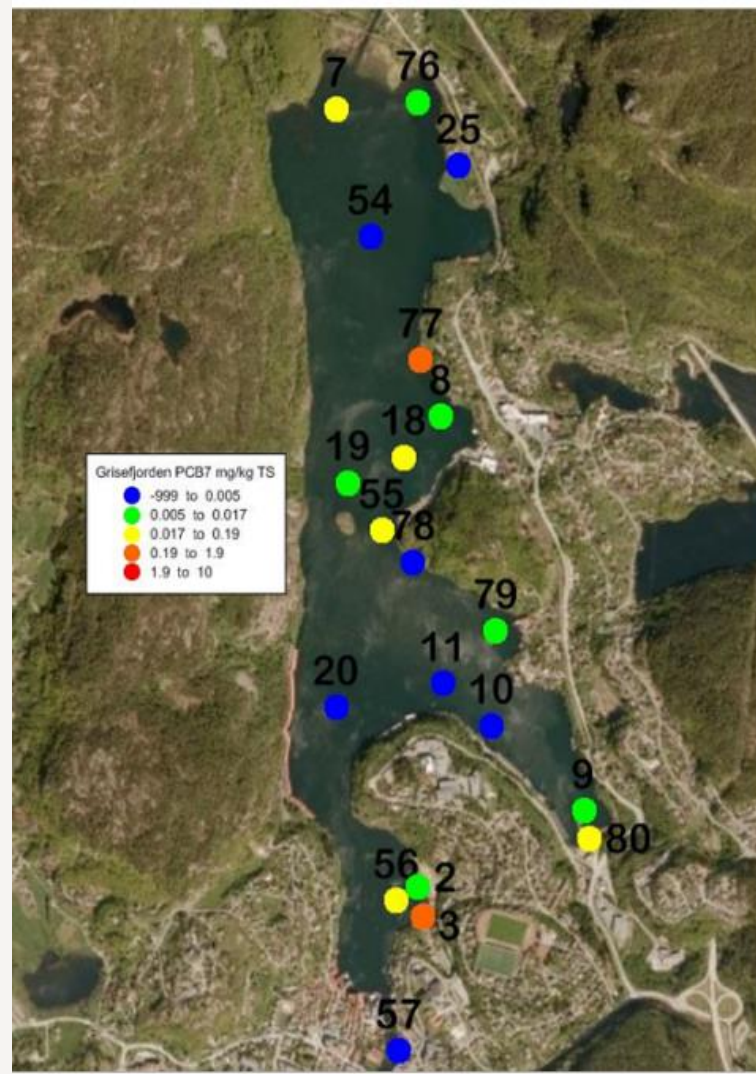
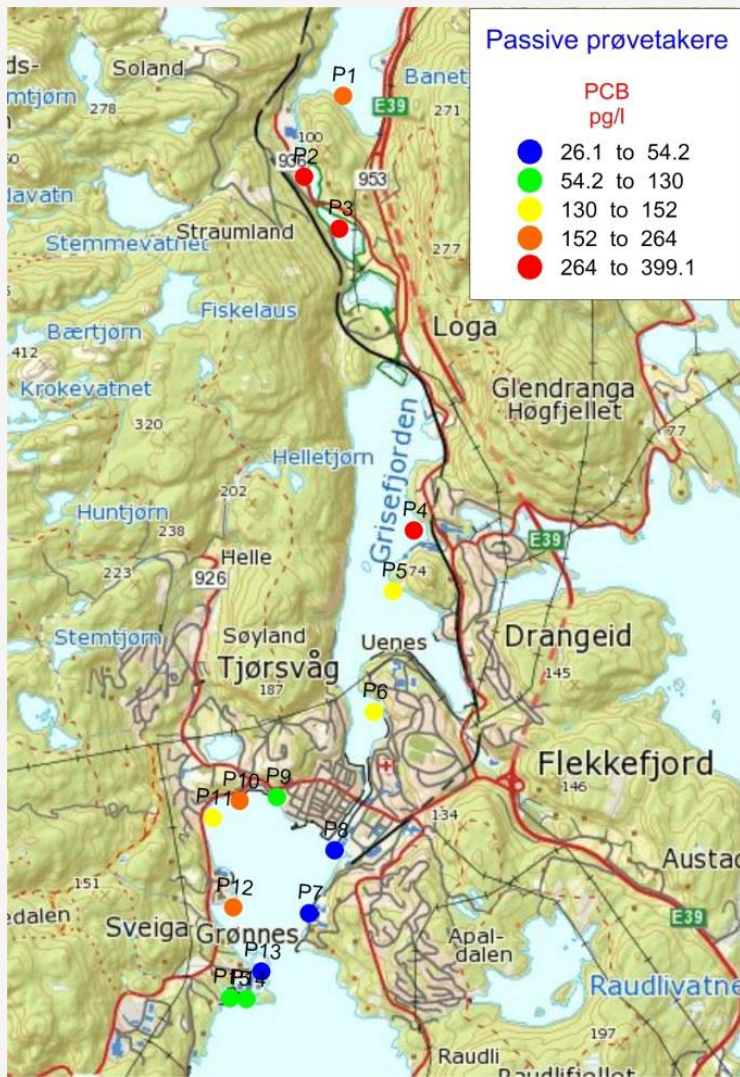
Oksygenmålinger 2013



FORURENSEDE SEDIMENTER - KLART FOR TILTAK
I FLEKKEFJORD OG FEDAFJORDEN



PCB i passive prøvetakere og sediment



Innhold av miljøgifter i torsk og blåskjell i Grisefjorden

TWI meHg: 1,3 µg meHg/kg kroppsvekt
(TWI = Tolerable weekly intake)

Vekt barn: 10 kg
Tillatt ukentlig dose barn: 13 µg meHg

Vekt voksne: 70 kg
Tillatt ukentlig dose voksne: 91 µg meHg

Beregnet grenseverdi for inntak av torskfilet fra Grisefjorden (indre og ytre):

Indre Grisefjorden:
Barn: 46 g torskfilet per uke
Voksne: 320 g per uke

Ytre Grisefjorden:
Barn: 30 g torskfilet per uke
Voksne: 210 g per uke

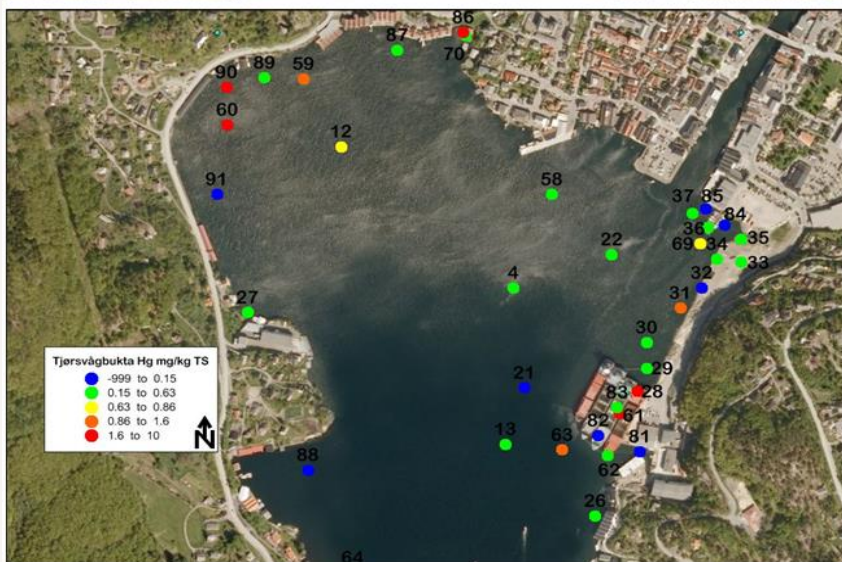
Helsedirektoratet anbefaler å spise fisk til middag 2 – 3 ganger i uken.

1 porsjon fisk tilsvarer ca. 150 - 200 g.

| | | VÅTVEKT | | | | TØRRVEKT | | |
|----------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-------|
| Stasjon | Enhet | Gris-Inn | Gris-Ytr | Gris-Inn | Gris-Ytr | 80 | 80 | |
| Type prøve | | torskefilet | torskefilet | torskelever | torskelever | blåskjell | blåskjell | |
| Tørrstoff | % | 17,1 | 19,2 | 47,7 | 56,1 | 8,2 | 8,2 | |
| Fett | % | i.a. | i.a. | 32 | 41 | i.a. | i.a. | |
| Tungmetaller | | | | | | | | |
| | Arsen, As | mg/kg | 1,5 | 3,0 | 5,3 | 6,1 | 1,0 | 13 |
| | Bly, Pb | mg/kg | <0,0068 | <0,0077 | 0,021 | 0,062 | 0,52 | 6,3 |
| | Kobber, Cu | mg/kg | 0,12 | 0,13 | 8,3 | 7,3 | 0,98 | 12 |
| | Krom, Cr | mg/kg | 0,0061 | <0,0058 | <0,014 | 0,068 | 0,09 | 1,1 |
| | Kadmium, Cd | mg/kg | <0,0009 | <0,0010 | 0,040 | 0,029 | 0,14 | 1,7 |
| | Kobolt, Co | mg/kg | 0,0042 | 0,0029 | 0,050 | 0,027 | 0,052 | 0,63 |
| | Mangan, Mn | mg/kg | 0,088 | 0,13 | 0,77 | 0,62 | 1,0 | 12 |
| | Nikkel, Ni | mg/kg | <0,0068 | <0,0077 | 0,019 | <0,022 | 0,090 | 1,1 |
| | Sink, Zn | mg/kg | 3,7 | 3,4 | 21 | 17 | 9,1 | 111 |
| | Kvikksølv, Hg | mg/kg | 0,24 | 0,38 | 0,15 | 0,26 | 0,016 | 0,19 |
| | Metylkvikksølv | mg/kg | 0,28 | 0,43 | 0,25 | 0,36 | 0,011 | 0,13 |
| Andre stoffer | | | | | | | | |
| | Benso(a)pyren | µg/kg | <0,8 | <0,95 | <5 | <5 | - | <0,8 |
| | Sum PAH ₁₆ | µg/kg | i. p. | i. p. | 38,80 | 47,10 | - | i. p. |
| | Sum PCB ₇ | µg/kg | 1,43 | 1,81 | 617,00 | 1620,00 | - | 0,7 |

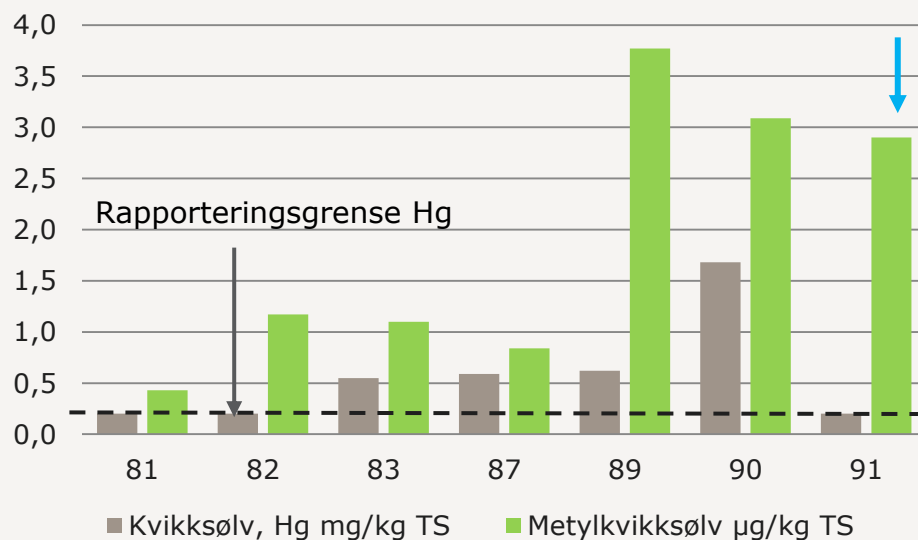
- Grenseverdi kvikksølv mg/kg vv: 0,5 (0,2)
- Grenseverdi PCB i torskfilet: 75 µg/kg vv
- Grenseverid PCB i torskelever: 200 µg/kg vv

Tjørsvågstrand - Hg og MeHg



| Parameter | Enhet | 81 | 82 | 83 | 87 | 89 | 90 | 91 |
|-----------------------|----------|-------------------|-------------------|------|------|------|------|------------------|
| Kvikksølv (Hg) | µg/kg TS | <200 | <200 | 550 | 590 | 620 | 1680 | <200 |
| Metylkvikksølv (meHg) | µg/kg TS | 0,43 | 1,2 | 1,1 | 0,84 | 3,8 | 3,1 | 2,9 |
| MeHg/Hg | % | 0,43 ¹ | 1,17 ¹ | 0,2 | 0,14 | 0,61 | 0,18 | 2,9 ¹ |
| TOC | % TS | 2,65 | 4,3 | 2,38 | 13,5 | 14,3 | 8,0 | 2,49 |
| Redoks | mV | -287 | - | - | - | - | -286 | - |

Kvikksølv / Metylkvikksølv



Eksempel på vurdering av risiko - Tjørsvågstrand

- > De viktigste parameterne med hensyn på risiko i dette området er:
 - > Økologisk risiko: Kobber, PAH og TBT
 - > Helse: Bly, kvikksølv, PAH og PCB
 - > Spredning: Kobber og PAH

Arealbruk: Småbåter, boligområde

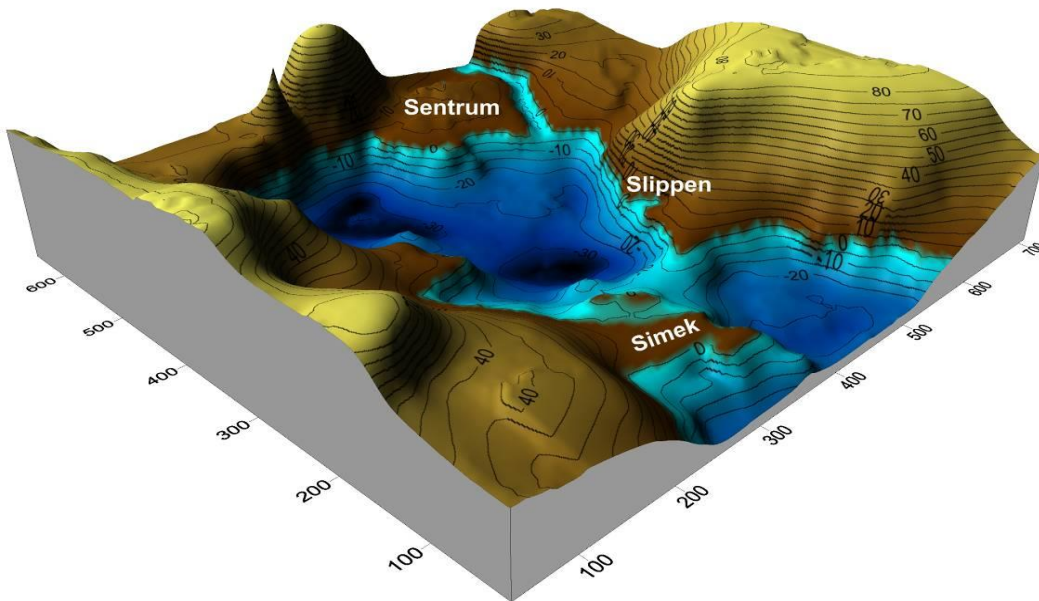
Kjente tiltak: Nei

| Parameter | Overskridelser av akseptkriterier i beregningsverktøy (gjennomsnittskonsentrasjon) | | | | | |
|------------------------|--|----------|--------------|-------|-----------|-----------------|
| | Økologisk risiko | | | Helse | Spredning | Spredning kg/år |
| | Sedimentkons | Porevann | Målt sjøvann | | | |
| Tungmetaller | | | | | | |
| Bly | 2,5 | 0,6 | 0,0 | 9,7 | 2,6 | 0,91 |
| Kobber | 6,9 | 22 | 0,1 | 1,5 | 7,0 | 3,94 |
| Krom totalt (III + VI) | 1,5 | 2,0 | 0,0 | 2,7 | 1,5 | 3,11 |
| Kvikksølv | 1,6 | 0 | 0,1 | 21 | 1,6 | 0,005 |
| Nikkel | 0,4 | 1,1 | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 0,53 |
| Sink | 2,4 | 4,0 | 0,3 | 1,9 | 2,6 | 5,1 |
| PAH | | | | | | |
| Acenaften | 1,2 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,062 |
| Fenantren | 1,1 | 0,1 | 0,0 | 0,3 | 0,1 | 0,053 |
| Antracen | 6,1 | 0,5 | 0,0 | 0,1 | 0,6 | 0,015 |
| Fluoranten | 7,8 | 0,6 | 0,0 | 0,5 | 1,5 | 0,046 |
| Pyren | 4,6 | 7,1 | 0,0 | 0,7 | 0,7 | 0,078 |
| Benzo(a)antracen | 12 | 0,9 | 0,0 | 1,8 | 3,3 | 0,014 |
| Krysen | 4,2 | 0,3 | 0,0 | 0,7 | 1,3 | 0,049 |
| Benzo(b)fluoranten | 4,3 | 0,3 | 0,0 | 0,7 | 1,5 | 0,033 |
| Benzo(k)fluoranten | 3,6 | 0,3 | 0,0 | 3,5 | 1,2 | 0,024 |
| Benzo(a)pyren | 2,1 | 0,2 | 0,0 | 859 | 0,7 | 0,028 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | 14 | 1,1 | 0,0 | 1,1 | 5,8 | 0,008 |
| Benzo(ghi)perylene | 34 | 2,6 | 0,0 | 0,4 | 12 | 0,018 |
| PCB | | | | | | |
| Sum PCB7 | 41 | 5,0* | 0,11* | 1196 | ** | 0,032 |
| TBT | | | | | | |
| Tributyltinn (TBT-ion) | 1,1 | 1265 | 0,1 | 1,1 | 0,1 | 0,042 |

| Tilleggsundersøkelse | Tjørsvågsstrand | |
|--------------------------------------|-----------------|---|
| | Antall | Vurdering |
| Cpw PAH34 toksisitet (EPA-16) | 6 | Alle lavere enn 0,81, og ikke toksiske |
| Sulfidbinding (AVS/SEM) | 1 | Veldig mye sulfid sammenlignet med metaller (AVS/SEM = 25) |
| Metylkvikksølv i sediment | 4 | 0,84-3,77 µg/kg (høyeste i flekkefjord) |
| Oksygenprofiler | 1 | Oksygenrikt 0-9 m (95 %), lite oksygen mot bunnen 40 % |
| Sjøvannsanalyser pp | 2 | I P11 ble det målt metaller i fire dyp. Like nivå i alle dyp. As, Hg, TBT (<), PAH og PCB i tkl II. |
| Miljøgifter fisk | 1 | Kun målt Hg i fiskefilet. Tkl II. Samme nivå i 1997 og 2009. |

Tiltaksområder Flekkefjord

| Metode/område | Tiltaksareal (m ²) | |
|-------------------|--------------------------------|----------|
| | Mudre | Tildekke |
| 1: Øvre Hølen | 2500 | |
| 2: Sagåsen | 2500 | |
| 3: Slippen | 10000 | 10000 |
| 4: Trellevika | 5000 | |
| 5: Tjørsvågstrand | 2500 | 45000 |
| 6: Simek nord | 1700 | |
| 7: Simek sør | 20000 | 10000 |



Forslag til overordnet miljømål for Flekkefjord

- › Forurenset sjøbunn i Flekkefjord skal ikke utgjøre en helsefare for mennesker.
- › Forurenset sjøbunn i fjordområder innenfor Sveigeodden skal ikke gi negativ påvirkning på økosystemet i ytre fjordområder.

Tiltaksområde 1: Øvre Hølen



Forslag til tiltaksmiljømål for Flekkefjord

- › I de øverste 10 cm av sedimentene i tiltaksområdene skal innholdet av organiske miljøgifter og tungmetaller være i tilstandsklasse II eller lavere i henhold TA-2229/2007, i inntil 4 uker etter avsluttet tiltak.

Nærmere identifisering og avgrensning vertikalt og horisontalt (krav 1 i tillatelsen fra Fylkesmannen, 26.08.2015)

Område 1: Øvre Hølen



Område 5: Tjørsvågstrand

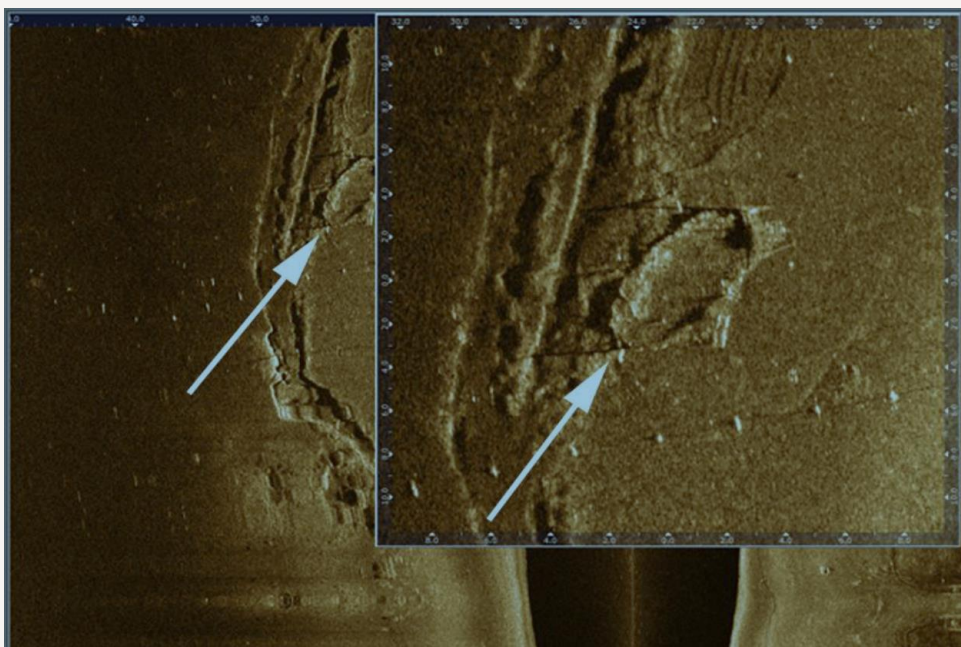


Kartlegging utført av Norsk Maritimt Museum

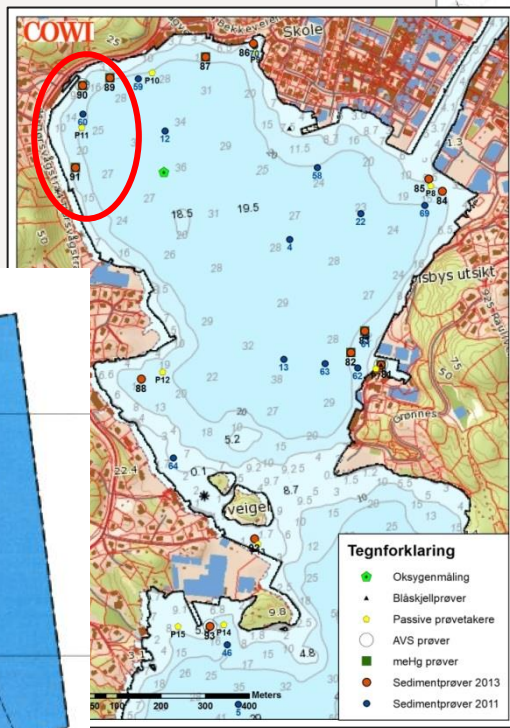


Funnet vrak som er vernet etter kulturminneloven

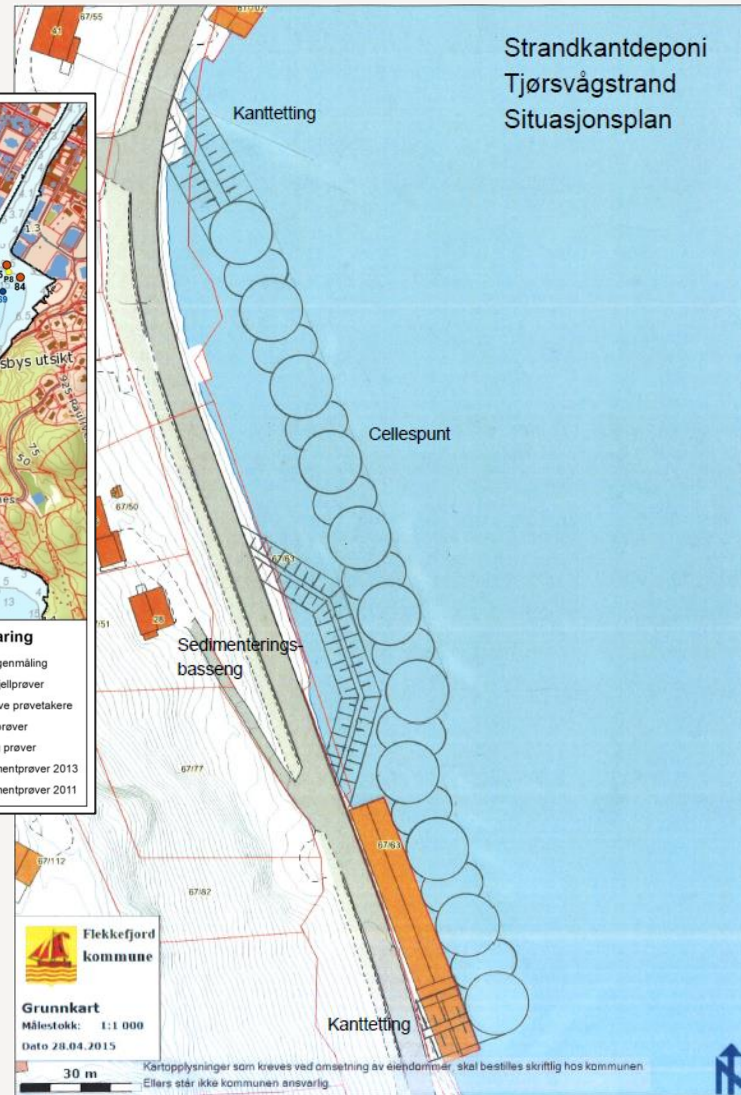
Område 5: Slippen



Tiltak med byutviklingsprofil – Strandkantdeponi Tjørsvågstrand



- Tegnforklaring**
- Oksygenmåling
 - ▲ Blåskjelprøver
 - Passive prøvetakere
 - AVS prøver
 - meHg prøver
 - Sedimentprøver 2013
 - Sedimentprøver 2011



Grunnkart
Målestokk: 1:1 000
Dato 28.04.2015

30 m

Kartopplysninger som kreves ved omsetning av eiendommer skal bestilles skriftlig hos kommunen. Ellers står ikke kommunen ansvarlig.

Strandkantdeponi
Tjørsvågstrand
Situasjonsplan

Tiltaksområde – Indrevika i Fedafjorden

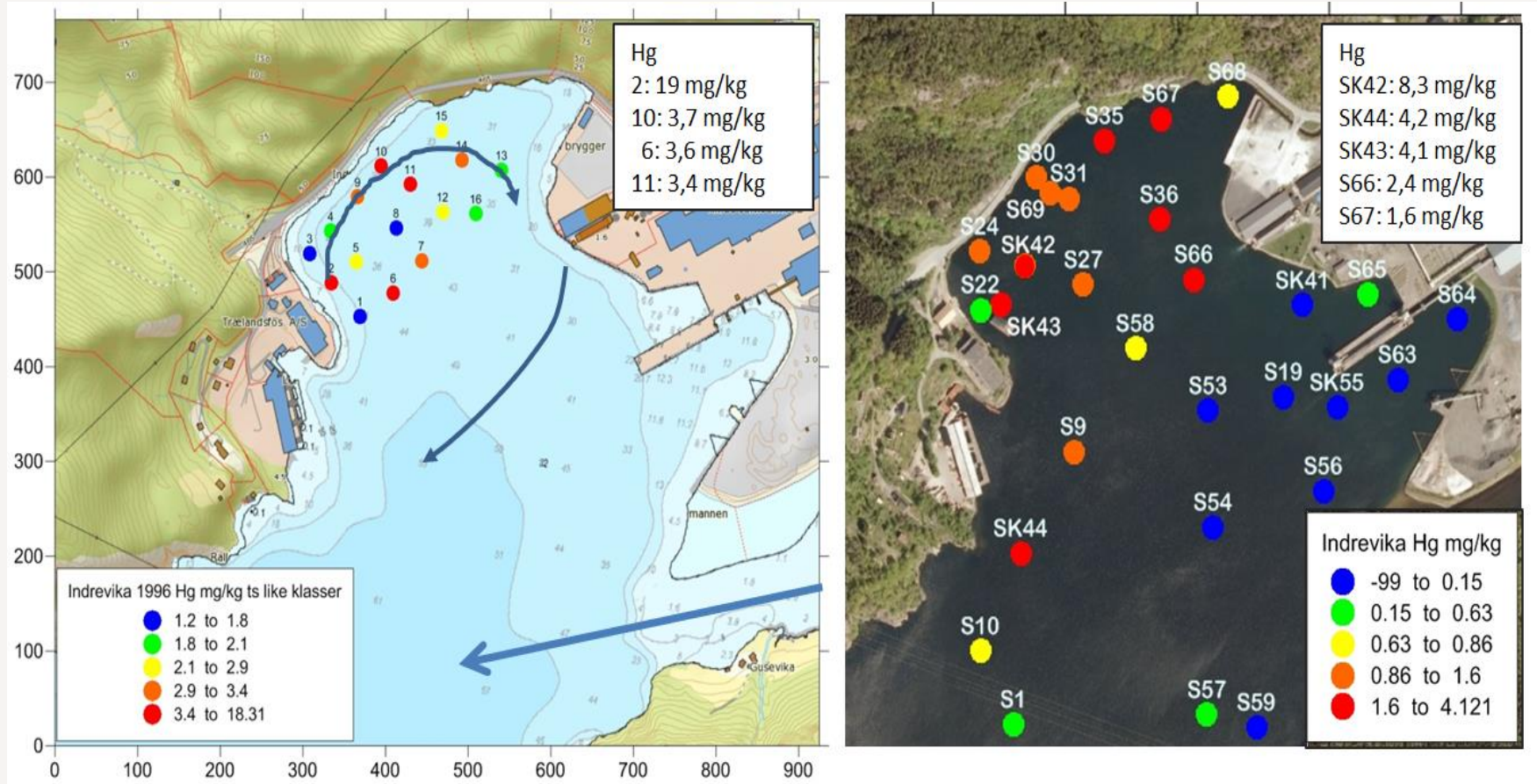


FORURENSEDE SEDIMENTER - KLART FOR TILTAK
I FLEKKEFJORD OG FEDAFJORDEN

Fedafjorden

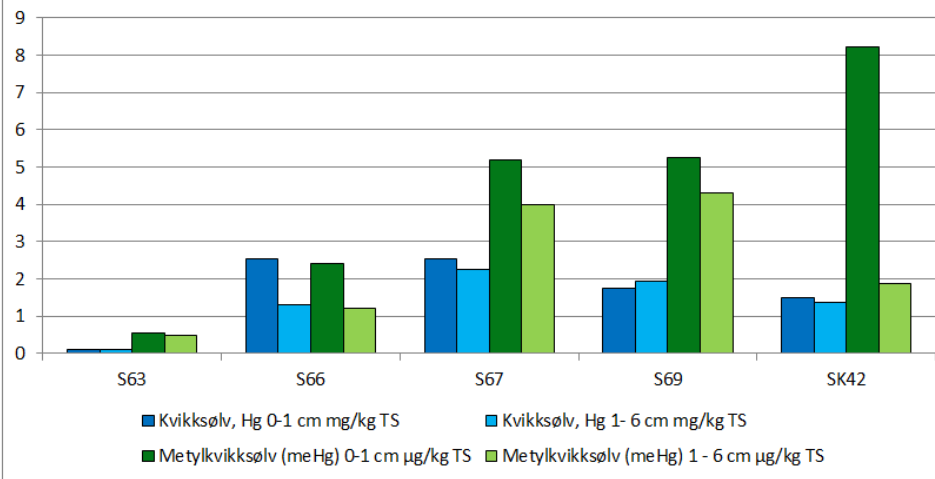
Kvikksølv i sediment i 1996 og 2010/2013

(NB! Legg merke til at det er ulik klassifisering av fargekoder for 1996 og 2010/2013)

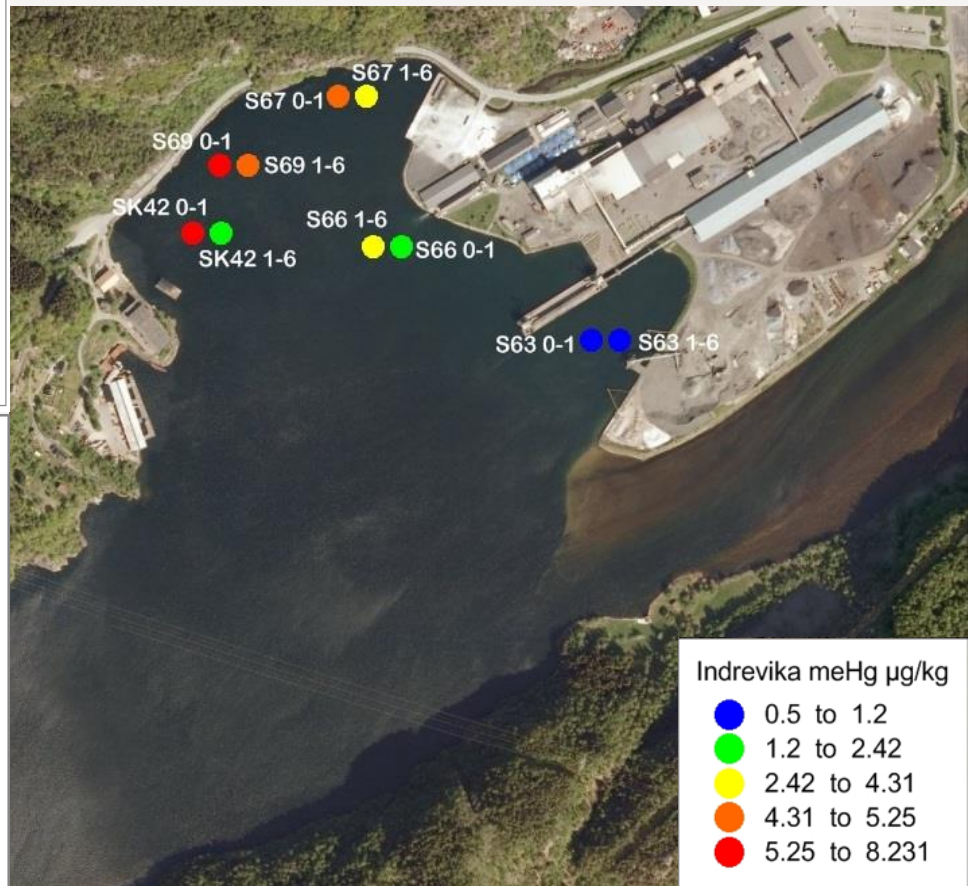
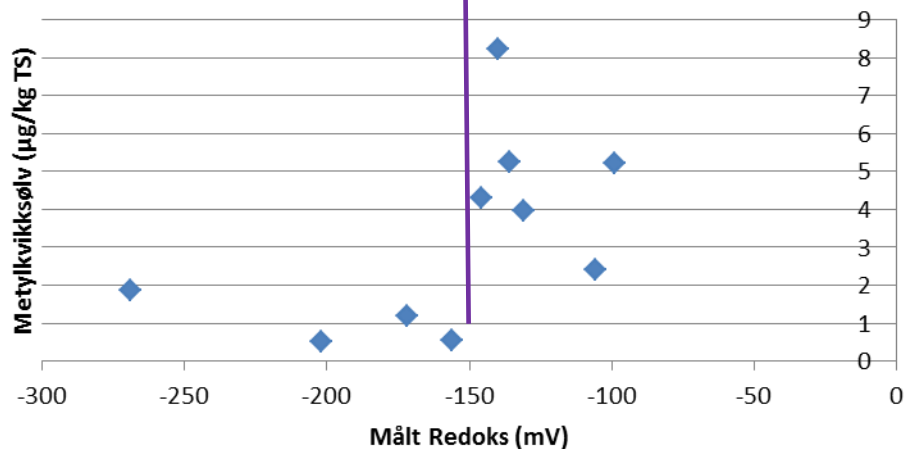


Kvikksølv – metylkvikksølv Fedafjorden

Sammenligning av kvikksølv (mg/kg) og metylkvikksølv (µg/kg)



Metylkvikksølv mot redoksforhold



Fedafjorden – Indrevika

Kvikksølv



Blåskjell (vv)
Hg: 28 µg/kg

Sjøvann
Hg: 0,004 µg/l



Torsk (vv)
meHg
filet: 130 µg/kg
lever: 100 µg/kg



Bunndyr (vv)
Hg 36 µg/kg
meHg 0,4 µg/kg

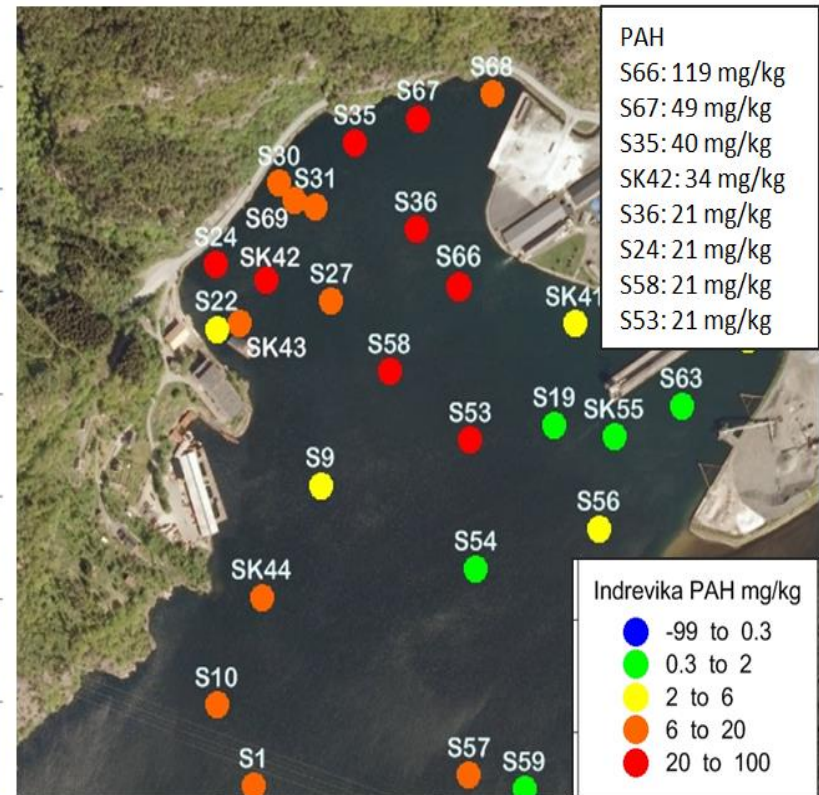
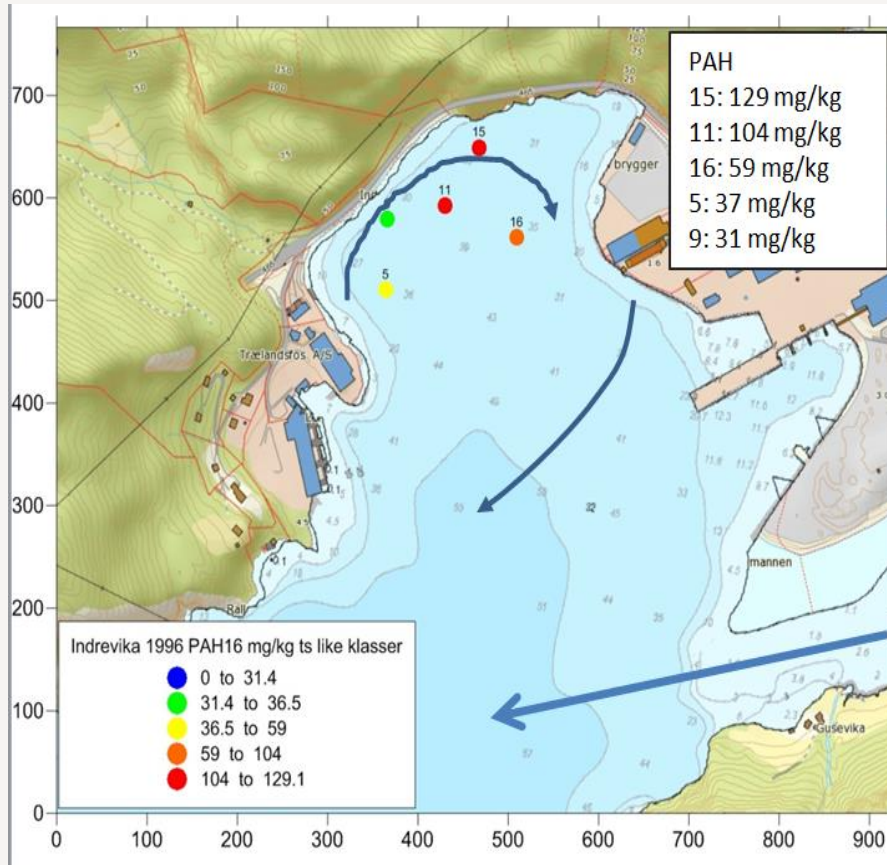
Sediment (TS)
Hg 960 µg/kg 4 120 (max)
meHg 4,33 µg/kg 8,23 (max)



Fedafjorden

PAH i sediment i 1996 og 2010/2013

(NB! Legg merke til at det er ulik klassifisering av fargekoder for 1996 og 2010/2013)



Fedafjorden – Indrevika

PAH16



Blåskjell (vv)
22 µg/kg

Sjøvann
0,018 µg/l

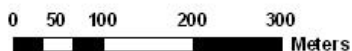
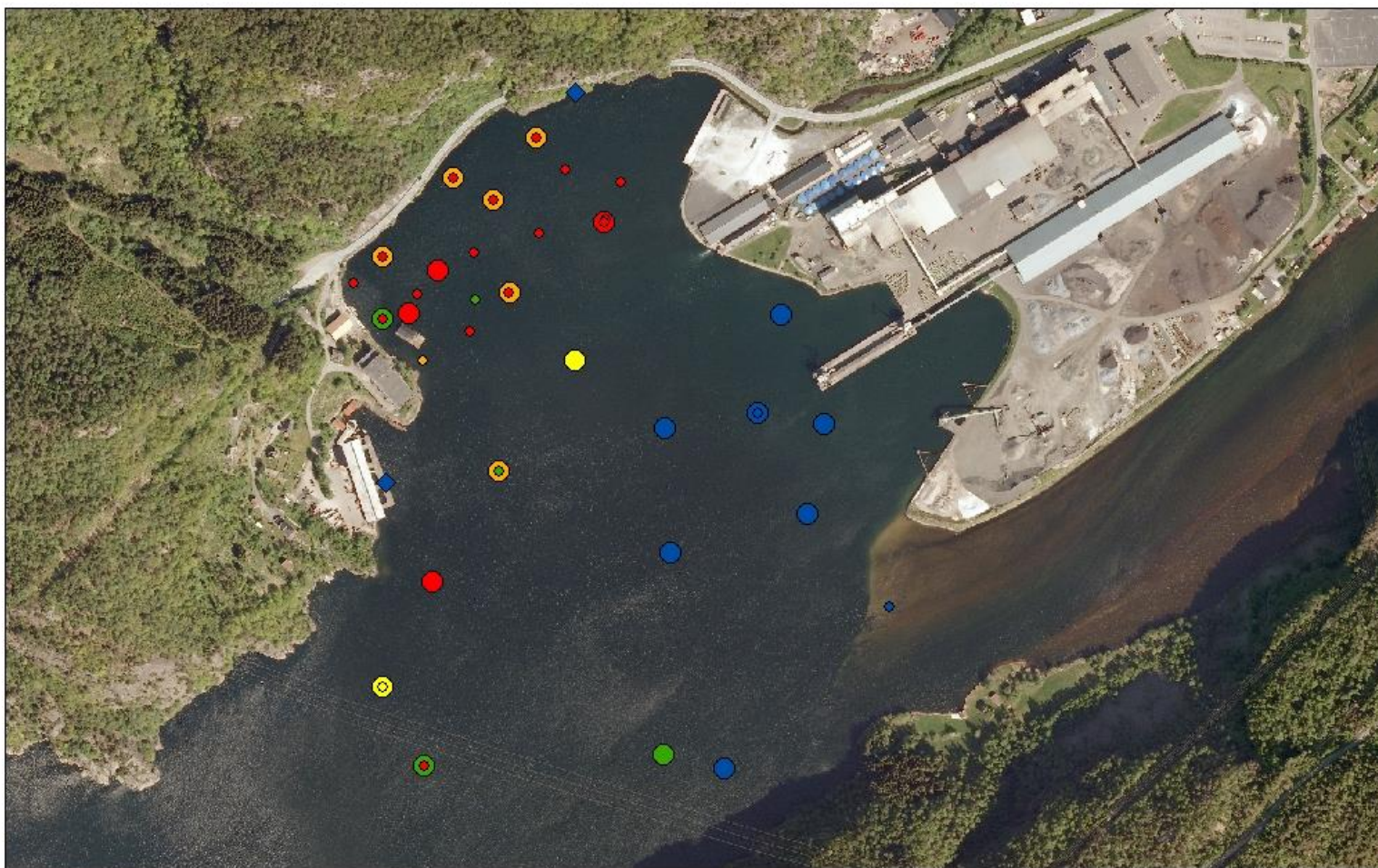


Torsk (vv)
PAH16
filet: 0,008 µg/kg
lever: 0,028 µg/kg

Sediment (TS)
15 820 µg/kg 119 000 (max)



Bunndyr (vv)
1 800 µg/kg



Hg - Sediment (mg/kg)

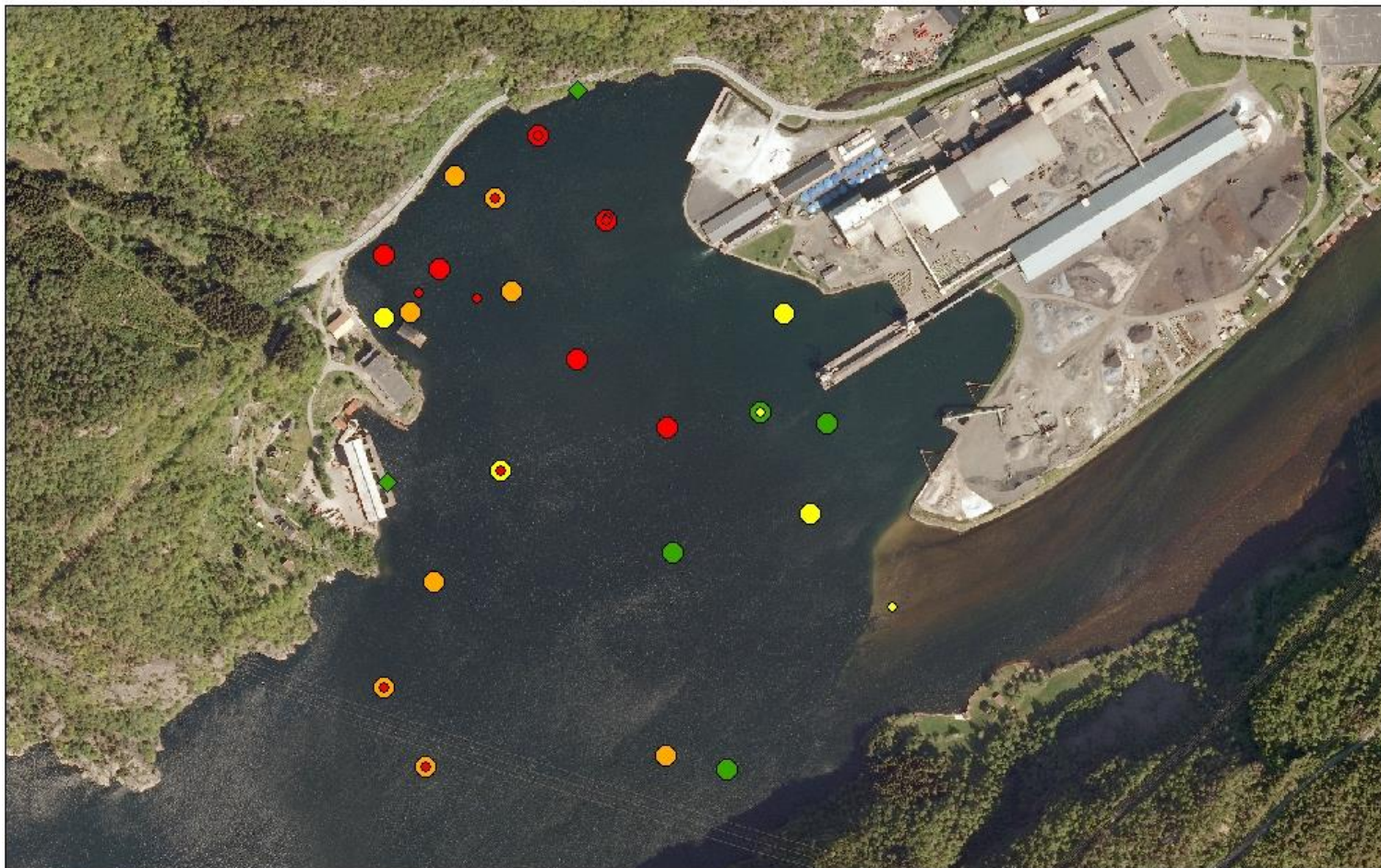
- Klasse I < 0.15
- Klasse II 0.15 - 0.63
- Klasse III 0.63 - 0.86
- Klasse IV 0.86 - 1.6
- Klasse V > 1.6

Hg - Blåskjell (mg/kg)

- ◆ Klasse I < 0.2
- ◆ Klasse II 0.2 - 0.5
- ◆ Klasse III 0.5 - 1.5
- ◆ Klasse IV 1.5 - 4.0
- ◆ Klasse V > 4.0

COWI

Indrevika Sum PAH



0 50 100 200 300
Meters

Sum PAH - Sediment (mg/kg)

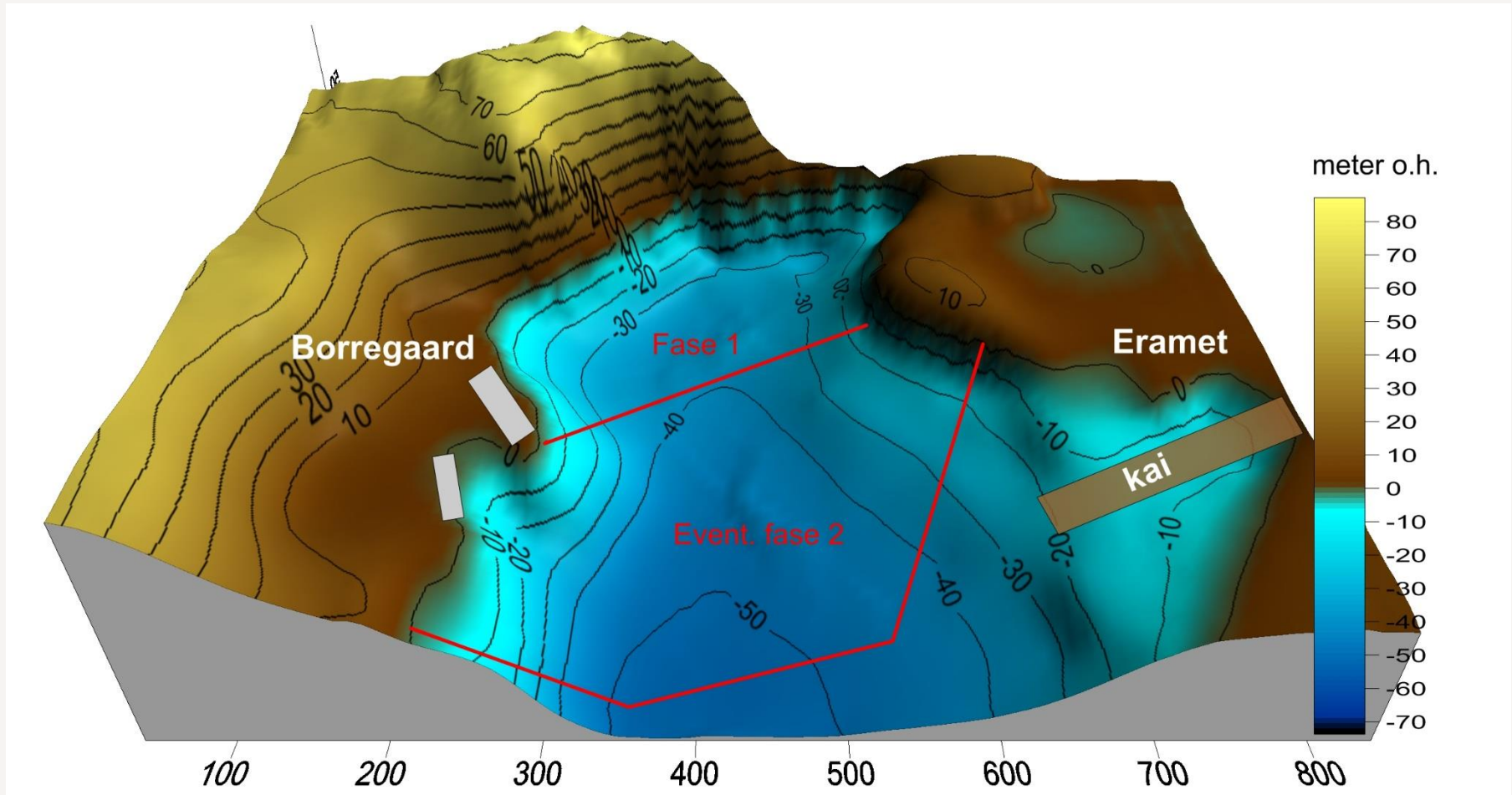
- Klasse I <0.3
- Klasse II 0.3 - 2.0
- Klasse III 2.0 - 6.0
- Klasse IV 6.0 - 20.0
- Klasse V >20.0

Sum PAH - Blåskjell (mg/kg)

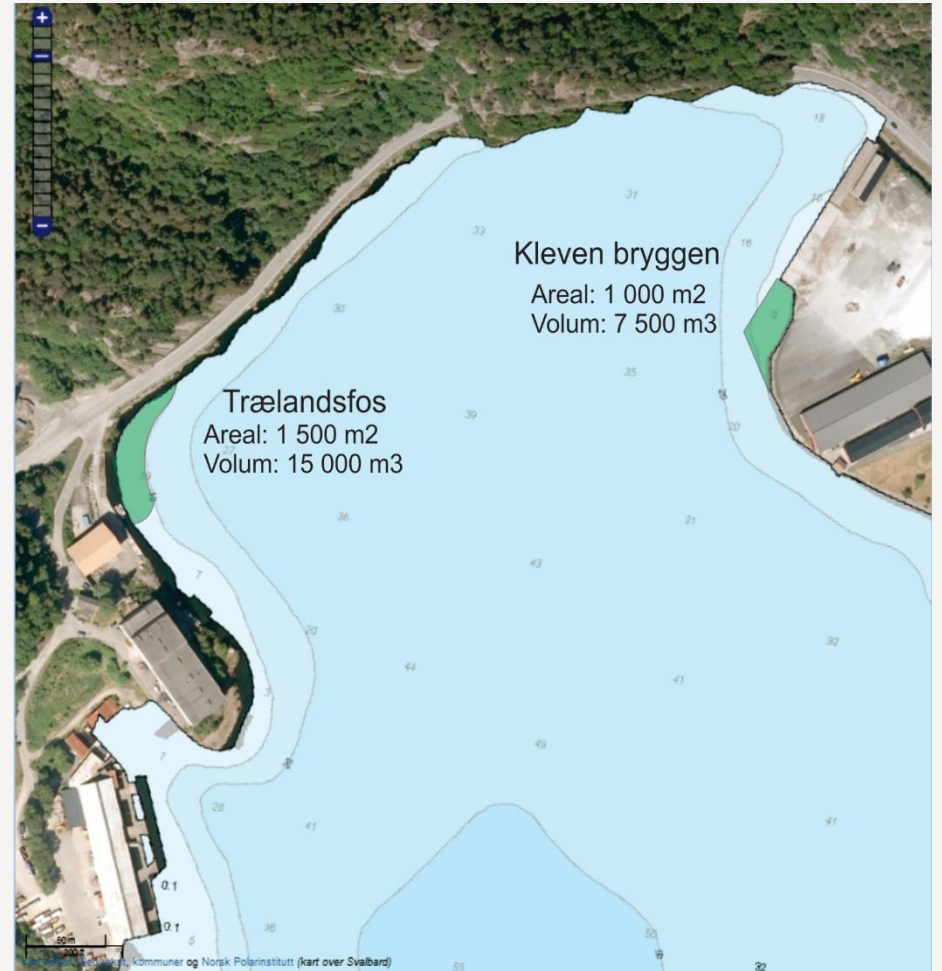
- ◆ Klasse I <0.05
- ◆ Klasse II 0.05 - 0.20
- ◆ Klasse III 0.20 - 2.0
- ◆ Klasse IV 2.0 - 5.0
- ◆ Klasse V >5.0

COWI

Dybdekart Tiltaksområde Fedafjorden - Indrevika



Tiltaksplan Fedafjorden – Indrevika



Takk for oppmerksomheten



Photo: S. Løvland