

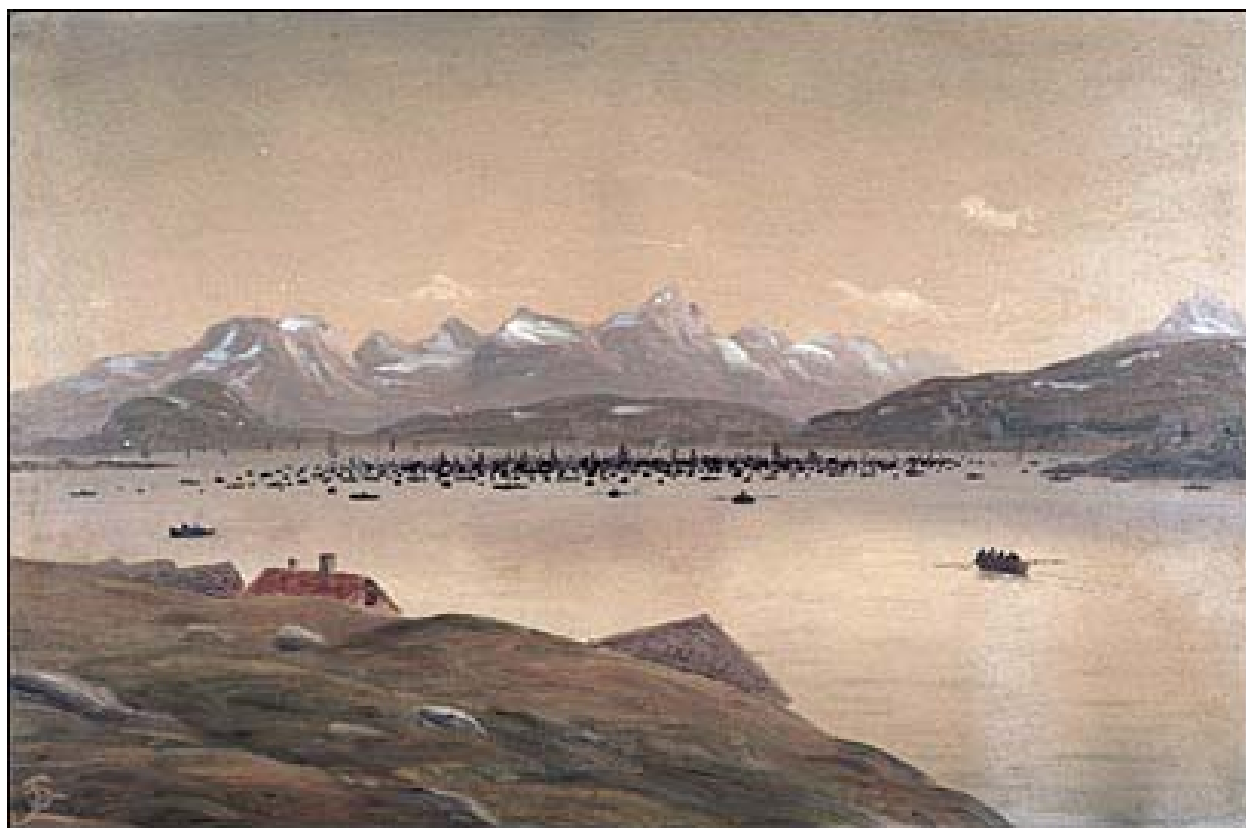


RAPPORT LNR 5142-2006

Legges ikke inn før rapporten er klar til trykking

## Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Borgundfjorden - Fase 2

Aspevågen, Buholmstrand og  
Fiskerstrand



*Ole Andreas Eikrem (1865-1955)*  
*Ålesund Museum*

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Midt-Norge**

Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 73 54 63 85 / 86  
Telefax (47) 54 63 87

|                                                                                                                          |                                       |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------|
| Tittel<br>Tiltaksplan for forurensende sedimenter i Borgundfjorden - Fase 2.<br>Aspevågen, Buholmstranda og Fiskerstrand | Løpenr. (for bestilling)<br>5142-2006 | Dato<br>27.01.06 |
|                                                                                                                          | Prosjektnr. Undernr.<br>O-25237       | Sider Pris       |
| Forfatter(e)<br>Aud Helland<br>Hans Christer Nilsson<br>Arne Fagerhaug (Multiconsult)                                    | Fagområde<br>Miljøgifter marin        | Distribusjon     |
|                                                                                                                          | Geografisk område<br>Møre og Romsdal  | Trykket<br>NIVA  |

|                                                    |                   |
|----------------------------------------------------|-------------------|
| Oppdragsgiver(e)<br>Ålesund Kommune v/ Gunnar Godø | Oppdragsreferanse |
|----------------------------------------------------|-------------------|

**Sammendrag**

NIVA og Multiconsult har på oppdrag for kommunene Ålesund og Sula utarbeidet tiltaksplan for forurensede sedimenter fase 2. Tiltaksplanen omfatter delområdene Aspevågen, Buholmstranda og Fiskerstrand. Det er utført supplerende sedimentundersøkelser som inngår i risikovurderingene av bunnsedimentene i området. Områdene kan ikke friskmeldes etter SFTs risikovurdering av forurensede sedimenter trinn 1 og 2. Det er i samarbeid med kommunene og fylket utarbeidet miljømål for området. Basert på risikovurderingene og miljømålene er det foreslått ulike tiltak i områdene. Første prioritet bør være å stoppe eksisterende kilder til forurensning fra land til sjø. Deretter kan tiltak i sjø gjennomføres. Tildekking av forurensede sedimenter er å foretrekke fremfor fjerning, der seilingsdypet tillater dette. Arbeidet med kildekartlegging og forurensede sedimenter bør vektlegges og inngå i de kommunale planer ved alle utbyggingsprosjekter. Tiltak av første prioritet er å redusere eller stoppe tilførselene av TBT og Cu til området utenfor Fiskerstrand og Hg og PAH til Aspholet / Aspevågen.

|                                                                                                |                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fire norske emneord<br>1. Tiltaksplan<br>2. Sedimenter<br>3. Miljøgifter<br>4. Risikovurdering | Fire engelske emneord<br>1. Plan of action<br>2. Sediments<br>3. Contaminants<br>4. Risk assessment |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|

# **Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Borgundfjorden – Fase 2**

**Aspevågen, Buholmstranda og Fiskerstrand**

*Forsidebilde av kunstmaler Ole Andreas Eikrem (1865-1955). Eikrem hadde stor sans for båter, og ikke minst båter på Borgundfjorden, som han for øvrig hadde fin utsikt til fra huset sitt på Borgundvegen. - Her har han fanget inn en temmelig kompakt flåte torskébåter mellom Slinningsodden og Tyskholmen. - Maleri fra begynnelsen av 1900-tallet, tilhører Aalesunds Museum.*

## **Forord**

NIVA og MULTICONSULT er engasjert av Ålesund og Sula kommune til å utarbeide en tiltaksplan for forurensede sedimenter i Borgundfjorden – Fase 2 i delområdene Aspevågen, Buholmstranda og Fiskerstrand. Arbeidet er en oppfølging av Tiltaksplan for Borgundfjorden Ålesund og Sula Møre og Romsdal Fase 1 av 15. november 2003. Borgundfjorden er en av 17 fjorder hvor SFT har kommet med pålegg om utarbeidelse av tiltaksplaner for forurensede sedimenter.

Oslo, 27.01.06

*Aud Helland*

# Innhold

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| <b>Sammendrag</b>                        | <b>5</b>  |
| <b>1. Innledning</b>                     | <b>7</b>  |
| <b>2. Metode</b>                         | <b>7</b>  |
| 2.1 Risikovurdering                      | 7         |
| 2.1.1 Trinn 1                            | 7         |
| 2.1.2 Trinn 2                            | 8         |
| 2.1.3 Trinn 3                            | 8         |
| <b>3. Tiltaksområdet</b>                 | <b>8</b>  |
| 3.1 Miljøkvalitet i sedimentene          | 10        |
| <b>4. Miljømål</b>                       | <b>12</b> |
| <b>5. Risikovurdering av sedimentene</b> | <b>13</b> |
| 5.1 Risikovurdering trinn 1              | 13        |
| 5.2 Risikovurdering trinn 2              | 15        |
| 5.2.1 Human helse                        | 17        |
| 5.2.2 Økologisk risiko                   | 19        |
| <b>6. Plan for tiltak</b>                | <b>21</b> |
| 6.1 Tiltaksalternativer                  | 21        |
| 6.1.1 Fiskerstrand                       | 21        |
| 6.1.2 Aspevågen og Buholmstranda         | 21        |
| 6.2 Kostnadsberegninger                  | 22        |
| 6.2.1 Kavlesundet / Fiskerstranda        | 23        |
| 6.2.2 Buholmstranda                      | 24        |
| 6.2.3 Aspevågen                          | 25        |
| 6.3 Overvåking                           | 27        |
| 6.4 Finansiering og fremdrift            | 28        |
| <b>7. Referanser</b>                     | <b>30</b> |

---

## Sammendrag

NIVA og Mulitconsult har på oppdrag for Ålesund og Sula kommune utarbeidet tiltaksplan for forurensede sedimenter fase 2 i Borgundfjorden. Planen inngår i de nasjonale Fylkesvise tiltaksplanene for forurensede sedimenter etter pålegg fra SFT. Tiltaksplanen omfatter tre delområder, Aspevågen, Buholmstranda og Fiskerstrand i Kavlesundet.

Tiltaksplan fase 1, utarbeidet i 2003 viste at det manglet informasjon om organiske miljøgifter i sedimentene i Borgundfjorden. Som en del av arbeidene med tiltaksplan fase 2 ble det derfor utført supplerende undersøkelser med innsamling av sedimenter fra 17 stasjoner i tiltaksplanområdet. Analysene omfattet metaller, polyaromatiske hydrokarboner (PAH), polyklorerte bifenyl (PCB), tributyltin (TBT), dioksiner og bromerte flammehemmere. Disse dataene er rapportert i en egen delrapport (Helland og Fagerhaug 2006), men inngår i grunnlaget for foreliggende tiltaksplan (fase 2). Undersøkelsene viste at områdene Aspevågen og Buholmstranda var lite til markert forurenset av metaller med unntak av kvikksølv (Hg) som stedvis viste meget sterk forurensning. Tilsvarende ble registrert ved Fiskerstrand, men der var det kobber som viste meget sterk forurensning. Alle områdene var meget sterkt forurenset av PAH og TBT, mens PCB forekom i konsentrasjoner tilsvarende opp til sterkt forurenset.

Tiltaksplan fase 2 følger retningslinjer gitt av SFT i "Veiledning til ferdigstilling av fase 2" 2005 og skal gi svar på 3 hovedelementer:

- utarbeidelse av miljømål
- risikovurdering
- plan for tiltak

Miljømålene for området er i tråd med målene fra fase 1:

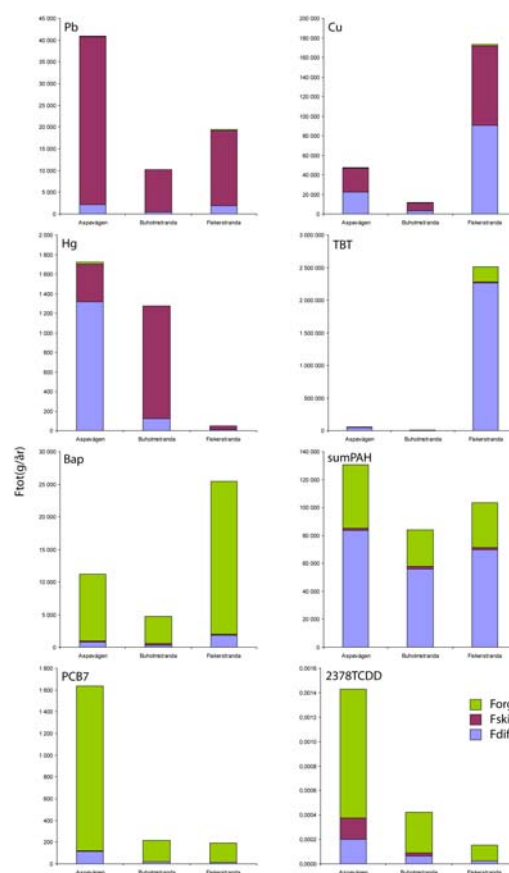
*Borgundfjorden, inklusive kyst- og strandsoner skal ha en kvalitet som gjør at hensynet til biologisk mangfold blir ivaretatt og at naturmiljøet bevares som en fullverdig ressurs til bruk for friluftsliv, fiske, bading og annen rekreasjon. Herunder gjelder også hensynet til næringsmessig bruk (i særlig grad fiske og fangst). Ingen deler av fjorden skal være underlagt kostholdsrestriksjoner som skyldes forurensning i vann og / eller sedimenter. Nødvendige estetiske krav er også omfattet av målsetningen.*

De lokale tiltaksmålene for sedimentene er foreslått å være å hindre:

- risiko for spredning av miljøgifter
- negative innvirkning på human helse
- negative effekter på økosystemet

Ved risikovurdering av sedimentene, i følge SFTs veileder for risikovurdering av sedimenter trinn 1, utgjorde alle tiltaksområdene en potensiell risiko. Ved den påfølgende risikovurderingen i trinn 2 kunne heller ingen av områdene sies å utgjøre en ubetydelig risiko. Likevel utgjorde metallene i sedimentene en ubetydelig risiko med unntak av Hg lokalt i Aspevågen. Den største risikoen var knyttet til organiske miljøgifter og da særlig TBT utenfor Fiskerstrand. Generelt var det størst risiko knyttet til de organiske miljøgiftene, foruten TBT særlig benso(a)pyren (en PAH forbindelse) og de mest lavklorerte PCB-forbindelsene (PCB52, og 28). Beregninger viste at det sprees mest Hg og bly (Pb) fra sedimentene i Aspevågen, hhv. 1,7 og 40 kg/år. Det sprees også 1,3 kg Hg/år fra Buholmstranda og 170 kg Cu/år fra Fiskerstranda. Den største spredningen er likevel av TBT, beregnet til 2500 kg/år fra sedimentene utenfor Fiskerstrand. Sedimentene i Aspevågen bidrar til den største spredningen av PAH, 130 kg/år.

Metallene sprees mest som følge av skipsoppvirvling (Fskip), med unntak av Hg i Aspevågen, hvor den største spredningen skjer via utlekking fra sedimentene. TBT og sumPAH sprees også mest via utlekking (Fdiff), mens PCB, dioksiner og benso(a)pyren sprees mest via organismer (Forg).



*Beregnet total spredning (g/år) for de tre delområdene, Aspevågen venstre søyler, Buholmstranda midtre søyler og Fiskerstrand høyre søyler*

Basert på risikovurderingen av sedimentene foreslås det tiltak i prioritert rekkefølge:

1. Stoppe aktive kilder ved Fiskerstrand verft, redusere tilførslene av TBT og Cu.
1. Stoppe aktive kilder i Aspholet, redusere tilførslene av Hg (PAH, PCB)
2. Dekke til forurenset sediment ved Fiskerstrand, bringe miljøgiftkonsentrasjonen ned til SFTs klasse II
2. Dekke til evt. fjerne forurenset sediment lokalt i Aspholet, bringe miljøgiftkonsentrasjonen ned til SFTs klasse II
3. Kildekartlegging i tiltaksområdet
4. Tildekking av forurensede sedimenter i tiltaksområdet

Generelt gjelder det å fjerne eller redusere tilførslene fra land før tiltak i sjø iverksettes. Ved tiltak i sjø må en samtidig vurdere eventuelle tilførsler fra tilstøtende sjøområder, slik at rekkefølgen på tiltakene optimaliseres. Ved tilstrekkelig seilingsdyp er tildekking i sjø å foretrekke fremfor mudring / fjerning av sedimentene. For det videre planarbeidet med forurensede sedimenter er det viktig at kommunen planlegger slik at miljøforbedrende tiltak både på land og i sjø inngår ved all utbyggingsaktivitet.

# 1. Innledning

SFT har pålagt fylkenes miljøvernmyndigheter å utarbeide tiltaksplaner for forurensede sedimenter. I 2003 ble det utarbeidet tiltaksplaner (fase 1) for 23 områder i Norge. Foreliggende tiltaksplan er en av 17 områder som ble videreført for utarbeidelse av en tiltaksplan fase 2. SFT har utarbeidet en veiledning (februar 2005) for ferdigstillelse av arbeidene med fase 2.

Tiltaksplan fase 1 for Borgundfjorden (Fagerhaug 2003) omfattet bl.a. en sammenstilling av eksisterende data, identifikasjon av eksisterende kilder og en prioritering av delområder hvor videre undersøkelser var nødvendig.

En del av arbeidet med fase 2 har derfor omfattet supplerende undersøkelser av miljøgifter i sedimenter i delområdene Aspevågen, Buholmstranda og Kavlesundet / Fiskerstrand. Det ble samlet inn sedimenter fra totalt 17 stasjoner fra disse områdene. Resultatene er rapportert i Fagerhaug og Helland (2006). Parallelt er det utført undersøkelser av miljøgifter i fisk og skalldyr i tiltaksområdet (Åsefjorden, Aspevågen, Hessafjorden og Borgundfjorden) i regi av SFT, med spesiell fokus på bromerte flammehemmere og dioksiner. Disse resultatene er rapportert i Berge et al. (2006). Risiko knyttet til bromerte flammehemmere i sedimentene er ikke vurdert i foreliggende rapport, da disse stoffene ikke inngår i SFTs risikoveileder for forurensede sedimenter (SFT 2005).

Som grunnlag for tiltaksplan fase 2 er de nye sedimentdataene samt eldre data fra fase 1 benyttet.

# 2. Metode

Som grunnlag for tiltaksplanen er tilstanden i sedimentene vurdert i hht. SFTs miljøkvalitetskriterier (Molvær et al. 1997). I tillegg er det utført en risikovurdering av sedimentene i hht. SFTs risikoveileder for forurensede sedimenter (SFT 2005, (<http://www.sft.no/publikasjoner/vann/2085/ta2085.pdf>)). Samlet er disse vurderingene benyttet som grunnlag for anbefalinger om tiltak.

## 2.1 Risikovurdering

SFTs veileder for risikovurdering foreslår risikovurdering i 3 trinn.

### 2.1.1 Trinn 1

Risikovurderingen i Trinn 1 gjøres ved å sammenlikne måledata fra sedimentet med grenseverdier for miljøeffekter av sedimenter. Grenseverdiene er basert på målt innhold av miljøgifter. I tillegg anbefaler veilederen et utvalg av generelle toksisitetstester i Trinn 1 for å dekke risikobidraget fra toksiske stoffer som ikke er analysert/analyserbare. Dette er ikke utført i foreliggende undersøkelse. Trinn 1 har som mål å raskt kunne skille ut områder eller stasjoner med ubetydelig risiko for forurensningseffekter fra de som bør vurderes videre. Et område vurderes å utgjøre en ubetydelig miljørisiko hvis alle sedimentprøvene fra området ligger innenfor de anbefalte grenseverdiene for konsentrasjon (og toksisitet), og kan da "friskmeldes" for eventuelle tiltak. For å rangere områdene eller stasjonene som overskrider grenseverdiene, dvs. stasjoner med ikke-ubetydelig risiko, i forhold til hverandre beregnes en risikoindeks som tar hensyn til overskridelser av grenseverdiene for alle parametrene.



### 2.1.2 Trinn 2

Trinn 2 er mer omfattende enn trinn 1 og har som mål å vurdere om sedimentene utgjør en aktuell risiko ut fra stedlige forhold. Trinn 2 omfatter tre uavhengige vurderinger.

- A: risiko for spredning
- B: risiko for human helse
- C: risiko for økosystemet

*Risiko for spredning* vurderes ut fra beregnet miljøgifttransport fra sedimentet til vannmassene via diffusjon og bioturbasjon, oppvirvling som følge av vannstrømmer, bølger og skipstrafikk og spredning gjennom opptak i organismer.

*Risiko for human helse* vurderes ut fra hvordan risikoområdet brukes: rekreasjon, fangst av fisk og skalldyr osv. Eksponeringsveier er via konsum av fisk og skalldyr, samt inntak av og kontakt med sediment og vann. Dette benyttes for å beregne en livstidsbelastning eller livstidsdose. Disse doseverdiene (for hver enkelt stoff) er så sammenlignet med grenseverdier for maksimal tolerabel risiko (MTR) for human helse. MTR-verdiene for hvert enkelt stoff defineres som den mengde av stoffet ethvert menneske kan eksponeres for daglig gjennom hele livet uten signifikant helserisiko.

*Risiko for økosystemet* vurderes ut fra estimert eksponering i forhold til grenseverdier for effekter i vann og sediment. Grenseverdiene (maksimalt tillatte konsentrasjoner = MPC) har som mål å beskytte minst 95 % av artene i økosystemet selv ved lengre tids eksponering og. I tillegg anbefales det at vurderingsgrunnlaget styrkes ved gjennomføring av 2 helsesedimenttester; test på effekter på atferd og overlevelse, og test på bioakkumulering ved eksponering direkte for sedimentet.

Tolkning og vektlegging av delresultatene fra trinn 2 (spredning, human risiko og økologisk risiko) vil være avhengig av miljømålet for området samt nåværende og planlagt bruk. Tolkningen skiller sedimentområder med akseptabel risiko fra de som det må utarbeides en tiltaksplan for, eller de som må gå videre til trinn 3. Dersom man ikke velger å utarbeide en tiltaksplan på grunnlag av trinn 2, vil trinn 3 gjennomføres.

### 2.1.3 Trinn 3

Trinn 3 omfatter utvidede målinger lokalt for å verifisere eventuelt justere de beregningene som er gjort i trinn 2. Dette brukes for å klargjøre om den reelle risikoen er lik eller lavere enn den som er estimert i trinn 2. Innholdet i trinn 3 vil måtte skreddersys til den enkelte situasjon.

Tiltaksplanen for forurensede sedimenter i Borgundfjorden er basert på trinn 2.

## 3. Tiltaksområdet

Tiltaksområdet omfatter tre delområder (**Figur 1**):

- Aspevågen 1509900 m<sup>2</sup>
- Buholmstranda 713100 m<sup>2</sup>
- Fiskerstrand / Kavlesundet 702400 m<sup>2</sup>

Tiltaksplan fase 1 ga en oversikt over kjente og antatte forurensningskilder og forurensende virksomhet med tilførsler til de ulike delområdene. Disse er som følger:

**Aspevågen**

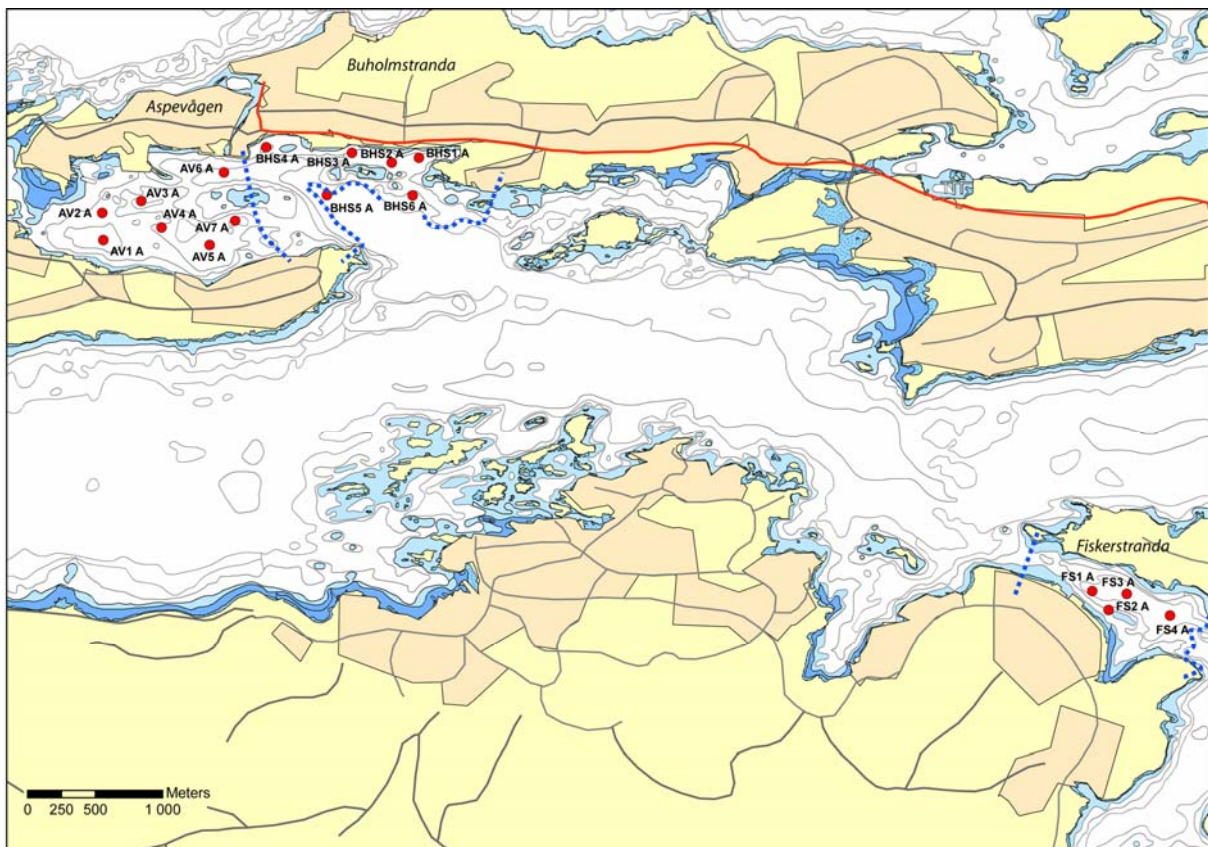
- Bunker Oil, Kleivane (aktiv bedrift, olje og oljeprodukter)
- Pronova Biocare (aktiv bedrift, eldre aktiviteter på eiendommen)
- Liaaen Verft (nedlagt bedrift, eldre aktiviteter / gammel drift ved verftet. Mulig utslipp i dag fra småbåthavn / opplagsanlegg for småbåter)
- Ålesund Trådstiftfabrikk (aktiv bedrift, galvanisk industri)
- Skraphandlertomta, Simonsen (Skutvika) (nedlagt bedrift, gjenfylt område)
- Florvåg verft (nedlagt bedrift, gjenfylt område)
- Kommunal kloakk

**Buholmstranda**

- Stolpebane og riggområde til Fyr- og Merkevesenet i Volsdalsvågen (nedlagt bedrift, gjenfylt område)
- Slipp og verksted til Statens Havnevesen i Fagervika (nedlagt bedrift, gjenfylt område)
- Brødrene Wiig & Olsen Skipsverft (Fagervika / Ysteneset) (nedlagt bedrift, gjenfylt område)
- Ålesund Gassverk (Ysteneset) (nedlagt bedrift, gjenfylt område)
- Liaaen verft (Ysteneset) (nedlagt bedrift, gjenfylt område)

**Fiskerstrand / Kavlesundet**

- Fiskerstrand verft (aktiv bedrift)



**Figur 1.** Borgundfjorden med stasjoner (fase 2, Fagerhaug og Helland 2006) inntegnet samt avgrensning av tiltaksområdene.

### 3.1 Miljøkvalitet i sedimentene

Forurensnings situasjonen i sedimentene preges av industrivirksomheten i området, både historisk og dagens industri. Det er knyttet størst oppmerksomhet til forurensningen av polyaromatiske hydrokarboner (PAH) og kvikksølv (Hg). Disse stoffene har en historisk anvendelse og skriver seg fra impregnering og stoffing av bl.a. båter. Nyere stoffer er tributyltin (TBT) som antibegroingsmiddel på båter og bromerte flammehemmere fra bl.a. tekstilindustri.

For området Aspevågen og Buholmstranda er dette et resultat av tilførsler fra flere kilder, mens det i Kavlesundet sannsynligvis bare er en enkeltkilde.

Tidligere undersøkelser og resultatene av disse er beskrevet og omtalt i rapport for Fase-1. Det er i denne fasen også foretatt prøvetaking og analyser av sedimenter i flere stasjoner. Dette arbeidet med resultater er beskrevet i en egen delrapport, rapport nr. 411359 -1, datert 17. januar 2006. Fra denne rapporten er hentet følgende nøkkeldata. Alle resultater er oppgitt på tørrvektbasis. Fargeangivelse er i hht. SFTs miljøklassifisering (Molvær et al. 1997), fargekode er forklart i **Tabell 1**.

**Tabell 1.** Analyseresultater av sedimenter fra 17 stasjoner i Borgundfjorden. Alle resultater er oppgitt på tørrvektbasis (TS). Fargeangivelse er i hht. SFTs miljøklassifisering (Molvær et al. 1997):

|                 |                    |                    |                   |                         |
|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|
| Lite forurenset | Moderat forurenset | Markert forurenset | Sterkt forurenset | Meget sterkt forurenset |
| Klasse I        | Klasse II          | Klasse III         | Klasse IV         | Klasse V                |
|                 |                    |                    |                   |                         |

*A: Analyseresultater, Tørrstoff, TOC, metaller, TBT, PCB og PAH. Prøver fra Aspevågen*

|                                                                           | AV1   | AV2   | AV3   | AV4   | AV5   | AV6   | AV7   | ENH            |
|---------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| Tørrstoff, total                                                          | 20.1  | 54.3  | 25    | 49.1  | 27.9  | 58.8  | 45    | pct av våtvekt |
| TOC - Totalt organisk karbon                                              | 88400 | 14100 | 79800 | 26500 | 86000 | 37100 | 35900 | mg/kg TS       |
| Arsen                                                                     | 66    | 8.4   | 50    | 8.6   | 15    | 67    | 35    | mg/kg TS       |
| Bly                                                                       | 320   | 110   | 330   | 160   | 250   | 140   | 96    | mg/kg TS       |
| Cadmium                                                                   | 1.2   | 0.09  | 0.79  | 0.13  | 1.7   | 0.11  | 0.25  | mg/kg TS       |
| Krom                                                                      | 89    | 20    | 78    | 27    | 62    | 25    | 34    | mg/kg TS       |
| Kobber                                                                    | 350   | 70    | 380   | 78    | 200   | 120   | 100   | mg/kg TS       |
| Kvikksølv                                                                 | 5.5   | 1.1   | 6.6   | 1.5   | 5.5   | 3.4   | 1.8   | mg/kg TS       |
| Nikkel                                                                    | 40    | 14    | 38    | 17    | 32    | 16    | 19    | mg/kg TS       |
| Sink                                                                      | 490   | 110   | 450   | 140   | 390   | 240   | 150   | mg/kg TS       |
| Benzo(a)pyren                                                             | 1.4   | 0.46  | 1.4   | 0.38  | 1     | 1.4   | 0.45  | mg/kg TS       |
| Sum PAH 16 EPA                                                            | 16    | 5.4   | 15    | 4.3   | 11    | 16    | 5.1   | mg/kg TS       |
| Sum PCB tot*                                                              | 190   | 35    | 155   | 37.5  | 147.5 | 87.5  | 45    | µg/kg TS       |
| Tributyltin (TBT)                                                         | 2840  | 578   | 3700  | 384   | 312   | 405   | 1020  | µg/kg TS       |
| * Sum PCB tot er beregnet ved å oppjustert Sum PCB 7 med en faktor på 2,5 |       |       |       |       |       |       |       |                |

*B: Analyseresultater, Tørrstoff, TOC, metaller, TBT, PCB og PAH. Prøver fra Buholmstranda*

|                                                                           | BHS1  | BHS2  | BHS3  | BHS4  | BHS5 | BHS6  | ENH            |
|---------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|----------------|
| Tørrstoff, total                                                          | 51.8  | 32    | 64.5  | 53.3  | 66.1 | 61.7  | pct av våtvekt |
| TOC - Totalt organisk karbon                                              | 31200 | 69500 | 29800 | 32000 | 9230 | 12300 | mg/kg TS       |
| Arsen                                                                     | 26    | 42    | 20    | 12    | 6    | 7.2   | mg/kg TS       |
| Bly                                                                       | 94    | 170   | 170   | 100   | 75   | 29    | mg/kg TS       |
| Cadmium                                                                   | 0.2   | 0.77  | 0.28  | 0.18  | 0.08 | 0.08  | mg/kg TS       |
| Krom                                                                      | 30    | 47    | 23    | 28    | 15   | 14    | mg/kg TS       |
| Kobber                                                                    | 92    | 200   | 140   | 100   | 39   | 23    | mg/kg TS       |
| Kvikksølv                                                                 | 3.3   | 6.3   | 20    | 2.7   | 0.78 | 0.6   | mg/kg TS       |
| Nikkel                                                                    | 18    | 26    | 14    | 16    | 12   | 11    | mg/kg TS       |
| Sink                                                                      | 130   | 300   | 150   | 160   | 57   | 41    | mg/kg TS       |
| Benzo(a)pyren                                                             | 3.9   | 7.1   | 3.3   | 1.7   | 0.26 | 0.45  | mg/kg TS       |
| Sum PAH 16 EPA                                                            | 47    | 84    | 36    | 21    | 2.9  | 5.1   | mg/kg TS       |
| Sum PCB tot*                                                              | 57.5  | 112.5 | 180   | 180   | 72.5 | 2.5   | µg/kg TS       |
| Tributyltinn (TBT)                                                        | 83    | 210   | 60.9  | 521   | 67.7 | 47    | µg/kg TS       |
| * Sum PCB tot er beregnet ved å oppjustert Sum PCB 7 med en faktor på 2,5 |       |       |       |       |      |       |                |

*C: Analyseresultater, Tørrstoff, TOC, metaller, TBT, PCB og PAH. Prøver fra Kavlesundet / Fiskerstranda*

|                                                                           | FS1    | FS2   | FS3   | FS4   | ENH            |
|---------------------------------------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|----------------|
| Tørrstoff, total                                                          | 39.2   | 56.6  | 20.2  | 36.1  | pct av våtvekt |
| TOC - Totalt organisk karbon                                              | 26800  | 14200 | 77700 | 55500 | mg/kg TS       |
| Arsen                                                                     | 24     | 21    | 24    | 24    | mg/kg TS       |
| Bly                                                                       | 230    | 300   | 120   | 58    | mg/kg TS       |
| Cadmium                                                                   | 0.21   | 0.6   | 0.38  | 0.45  | mg/kg TS       |
| Krom                                                                      | 49     | 64    | 46    | 35    | mg/kg TS       |
| Kobber                                                                    | 1000   | 1400  | 530   | 130   | mg/kg TS       |
| Kvikksølv                                                                 | 1.5    | 0.6   | 1.1   | 0.94  | mg/kg TS       |
| Nikkel                                                                    | 36     | 38    | 26    | 22    | mg/kg TS       |
| Benzo(a)pyren                                                             | 2.7    | 2.5   | 0.8   | 0.4   | mg/kg TS       |
| Sum PAH 16EPA                                                             | 33     | 32    | 9.6   | 4.9   | mg/kg TS       |
| Sum PCB tot*                                                              | 112.5  | 85    | 85    | 32.5  | µg/kg TS       |
| Tributyltinn (TBT)                                                        | 101000 | 99900 | 15300 | 1270  | µg/kg TS       |
| * Sum PCB tot er beregnet ved å oppjustert Sum PCB 7 med en faktor på 2,5 |        |       |       |       |                |

## 4. Miljømål

I Stortingsmelding nr. 25 (2002-2003) "Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand" er de nasjonale mål for arbeidet med miljøfarlige stoffer beskrevet:

### **Strategiske mål:**

Utslipp og bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier skal ikke føre til helseskader eller skader på naturens evne til produksjon og selvfornyelse. Konsentrasjonene av de farligste kjemikaliene i miljøet skal bringes ned mot bakgrunnsnivået for naturlig forekommende stoffer. Og tilnærmet null for menneskeskapte forbindelser.

### **Nasjonale resultatmål:**

Forurensing av grunn, vann og sedimenter forårsaket av tidligere tiders virksomhet, feildisponering av avfall og lignende, skal ikke medføre fare for alvorlige forurensningsproblemer.

Forurensede sedimenter er definert som en del av miljøvernmyndighetenes arbeid for å hindre at miljøfarlige stoffer forårsaker skade på helse og miljø. Et overordnet miljømål for Borundfjorden er definert som følger (tiltaksplan fase 1):

*Borgundfjorden, inklusive kyst- og strandsoner skal ha en kvalitet som gjør at hensynet til biologisk mangfold blir ivaretatt og at naturmiljøet bevares som en fullverdig ressurs til bruk for friluftsliv, fiske, bading og annen rekreasjon. Herunder gjelder også hensynet til næringsmessig bruk (i særlig grad fiske og fangst). Ingen deler av fjorden skal være underlagt kostholdsrestriksjoner som skyldes forurensning i vann og / eller sedimenter. Nødvendige estetiske krav er også omfattet av målsetningen.*

I tiltaksområdet er sedimentene en av flere potensielle kilder til forurensning som kan skape konflikt med miljømålet for fjorden. Ved vurdering av tiltak mot forurensede sedimenter er det derfor rekkefølgen av tiltak viktig. Det er liten hensikt å rydde opp i sedimentene hvis det fortsatt er tilførsler fra land til sjø eller fra tilgrensende sjøområder av forurensende stoffer. For å nå det overordnede målet er det derfor særlig to delmål som må være oppfylt. Disse er i prioritert rekkefølge:

- tilførsler av Hg, Cu, PAH, TBT, PCB og bromerte flammehemmere til fjordmiljøet skal opphøre
- konsentrasjonen av de nevnte stoffer i sedimentene skal bringes ned mot bakgrunn, alternativt SFTs miljøklasse II for marine sedimenter

Ved vurdering av sedimentene som kilde kan de lokale tiltaksmålene for områdene være å hindre:

- risiko for spredning
- negative innvirkning på human helse
- negative effekter på økosystemet

Risiko knyttet til human helse er i hovedsak knyttet til inntak av sjømat, og er derved av stor betydning for tiltaksområdet. Borgundfjorden er et attraktivt fiskeområde, både kommersielt og hobbyfiske for fastboende og turister. Fiske foregår ved sjaktflåte med garn og line, fiske etter krabbe med teiner, samt jevnlig stangfiske fra kaier og fra land. Særlig viktig er garnfiske etter Borgundfjordtorsken i perioden januar til april.

## 5. Risikovurdering av sedimentene

Ved vurdering av miljørisiko for sedimentene i utbyggingsområdet er SFTs veileder for risikovurdering av forurensset sediment benyttet (SFT 2005). For å få en lik og sammenlignbar vurdering av alle stasjonene er det en fordel at en benytter et "homogent" datasett. Dvs. at alle stasjoner er analysert for de samme miljøgiftene. Ved de supplerende undersøkelsene for fase 2 (Fagerhaug og Helland 2006) er dette tilfelle. Eldre data omfatter imidlertid ikke i like stor grad organiske miljøgifter. I risikovurdering trinn 2 er det derfor valgt å basere vurderingene av human og økologisk risiko alt vesentlig på det nye datasettet. Der hvor eldre data åpenbart påvirker resultatene nevnes dette spesielt.

### 5.1 Risikovurdering trinn 1

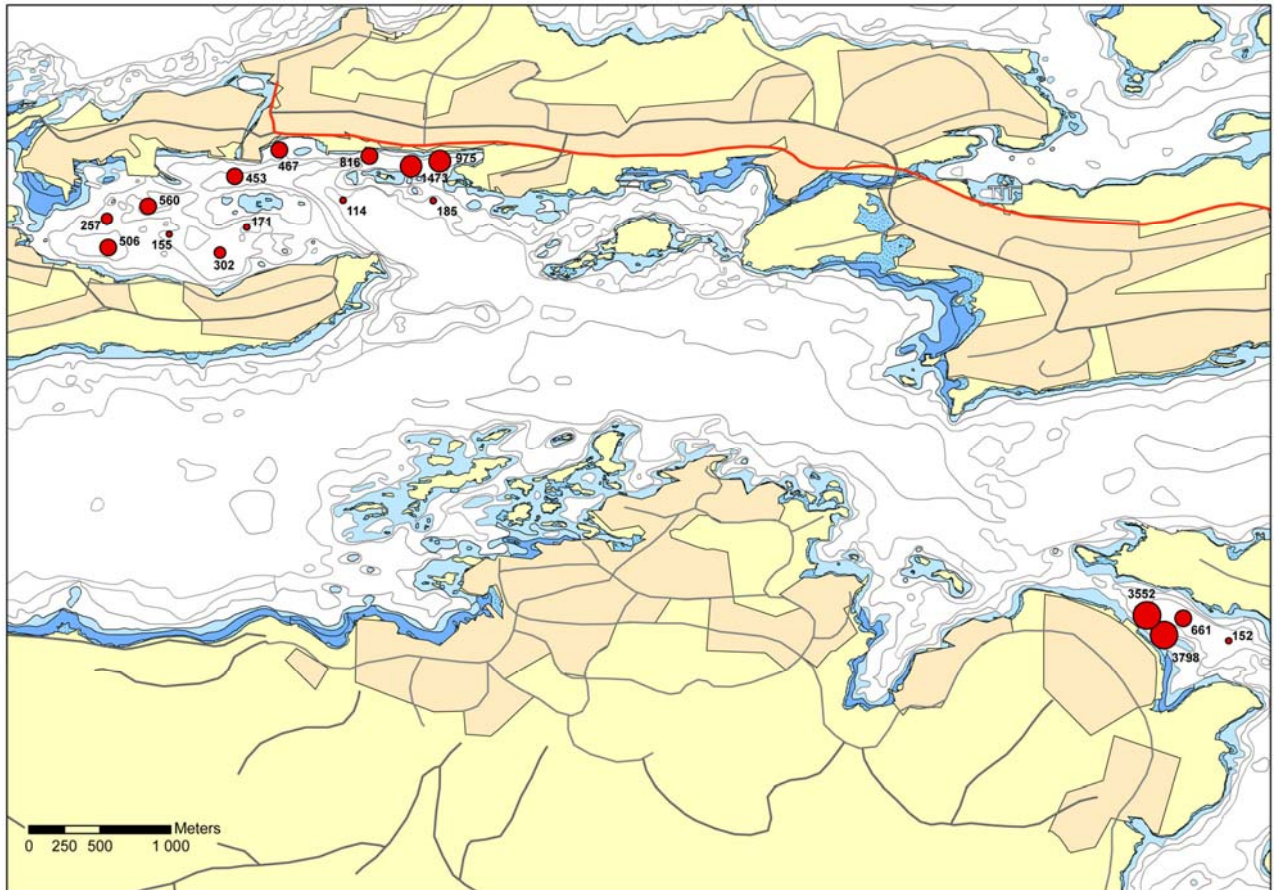
Ved risikovurdering i trinn 1 sammenlignes måledata fra sedimentet med grenseverdier for miljøeffekter av sedimenter gitt i SFTs veileder. For at alle stasjoner skal være sammenlignbare er det benyttet et homogent datasett (samme analyseparametere på alle stasjoner). Ved overskridelse av grenseverdiene antar man at sedimentene utgjør en potensiell risiko.

Alle de vurderte stasjonene hadde en eller flere parameter som overskred grenseverdiene i trinn 1. Det er derfor ingen stasjoner i noen av delområdene som har en akseptabel risiko etter vurdering i trinn 1.

Basert på overskridelsene av grenseverdiene utarbeides en risikoindeks per prøve (RIp). Det er en summering av antall ganger hver måleparameter overskrider grenseverdien. Dette er vist i **Figur 2. 27** av de målte parameterne er sammenholdt med grenseverdiene. Hvis alle disse var mindre enn 1, dvs. alle målte verdier lå innenfor grenseverdiene, ville  $RIp < 27$ .

Stasjonene ved Fiskerstrand har det største risikobidraget, med en RIp på over 3500. Det er imidlertid stor variasjon over korte distanser. I dypområdet nordøst for Tranvågflua (stasjon FS4) er  $RIp = 152$ . Dette tyder på at den store forurensningen har en avgrenset utbredelse.. Det er bare en stasjon (BHS5) som har en lavere  $RIp = 114$ , stasjonen ligger i dyprenna mellom Båholmen og Aspa.





**Figur 2.** Vurdering av risiko basert på grenseverdier i trinn 1. Tallet indikerer en risikoindeks per prøve =RIp.

## 5.2 Risikovurdering trinn 2

Trinn 2 er mer omfattende enn trinn 1 og har som mål å vurdere om sedimentene utgjør en aktuell risiko ut fra stedlige forhold. Trinn 2 omfatter tre uavhengige vurderinger.

A: risiko for spredning

B: risiko for human helse

C: risiko for økosystemet

### Risiko for spredning

I risikoveilederen beregnes risiko for spredning som mengde stoff / m<sup>2</sup> / år (fluks). Arealet i de tre delområdene er beregnet til:

- Aspevågen – 1.509.000 m<sup>2</sup>
- Buholmstranda – 713.000 m<sup>2</sup>
- Fiskerstrand – 702.400 m<sup>2</sup>

Siden den beregnede spredningen er arealspesifikk er risikoen for spredning fra et område proporsjonal med områdets størrelse. Risikoen for spredning beregnes for tre prosesser: diffusjon forsterket av bunnfaunaens aktivitet, oppvirling fra skipstrafikk og transport via organismer.

Oppvirling som følge av skipstrafikk er beregnet ut i fra antall årlige anløp, for de tre områdene hhv.:

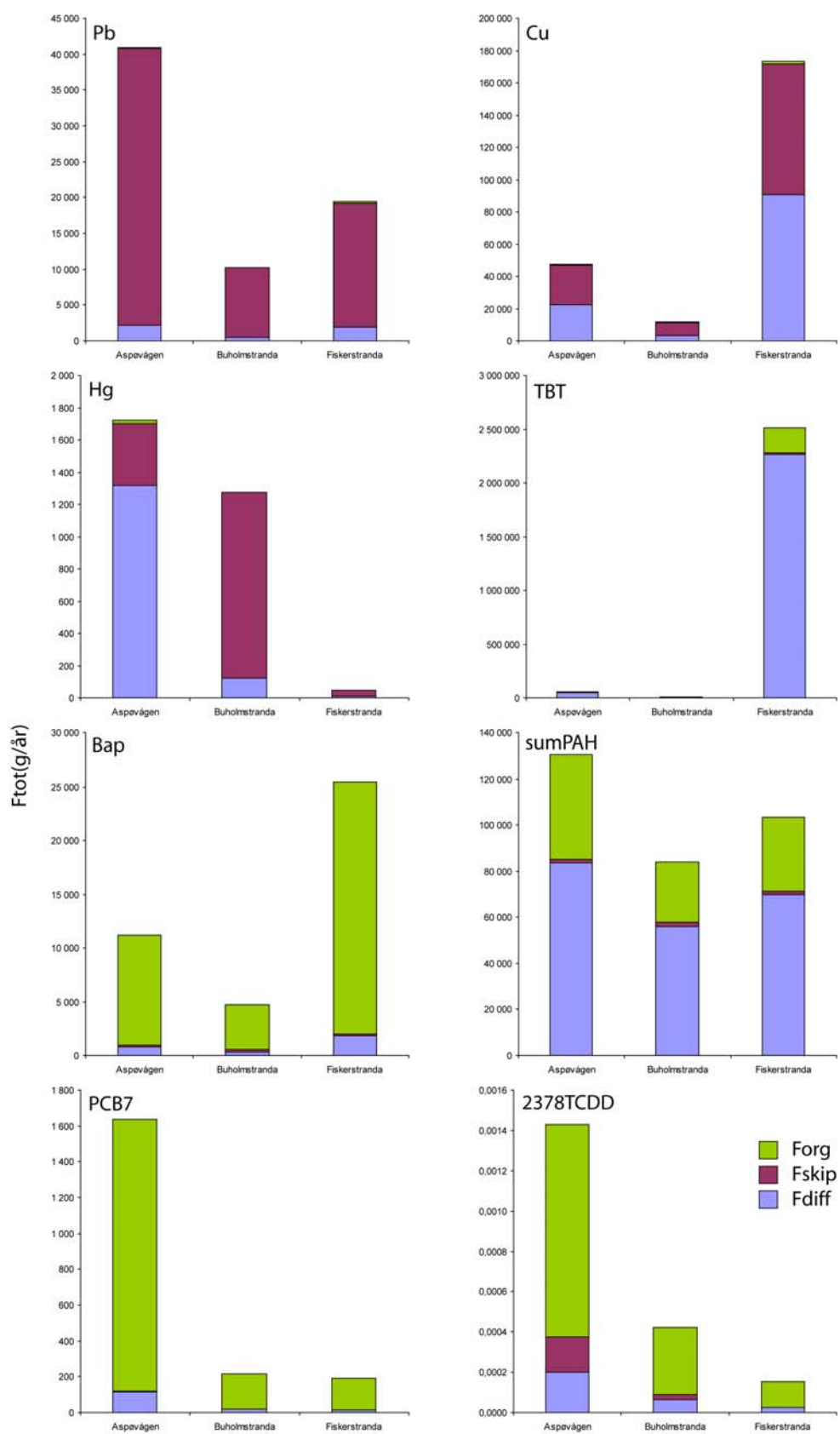
- Aspevågen – 2190 / år
- Buholmstranda – 360 / år
- Fiskerstrand – 360 / år

Risiko for spredning er beregnet for tre metaller (Pb, Cu, Hg) og TBT, sumPAH, benzo(a)pyren (BaP), PCB<sub>7</sub> og 2378TCDD (toksisitetsekvivalenter av dioksiner). Middelverdien for alle målte parametre er benyttet, både nye og eldre data.

**Figur 3** viser at den største spredningen av metaller skjer som følge av skipsoppvirling og noe gjennom diffusjon, men lite gjennom organismer. Aspevågen har den største spredningen av Hg og Pb (hhv. 1,7 kg/år og 40 kg/år), Buholmstranda har den nest største spredningen av Hg (1,3 kg/år), mens Fiskerstrand har den største spredningen av Cu (170 kg/år). Den største spredningen av Hg fra Aspevågen skjer via diffusjon. Dette gjelder også Cu fra Fiskerstrand, men her sprees det omtrent like mye via skipsoppvirling.

Av de organiske miljøgiftene er det TBT som vesentlig sprees ved diffusjon fra sedimentene, men også sum PAH. Spredningen av B(a)P (en PAH forbindelse) skjer imidlertid gjennom opptak i organismer. Dette gjelder også PCB og dioksiner (2378 TCDD). Den største spredningen av TBT og B(a)P skjer fra sedimentene på Fiskerstrand, hhv. 2500 kg TBT/år og drøye 25 kg B(a)P/år. Spredningen av PAH er størst fra Aspevågen og er beregnet til 130 kg/år. Spredningen av PCB er også større i Aspevågen (1,6 kg/år) og vesentlig større enn fra Buholmstranda og Fiskerstrand. Spredningen av dioksin er størst i Aspevågen, 1,4 mg/år.





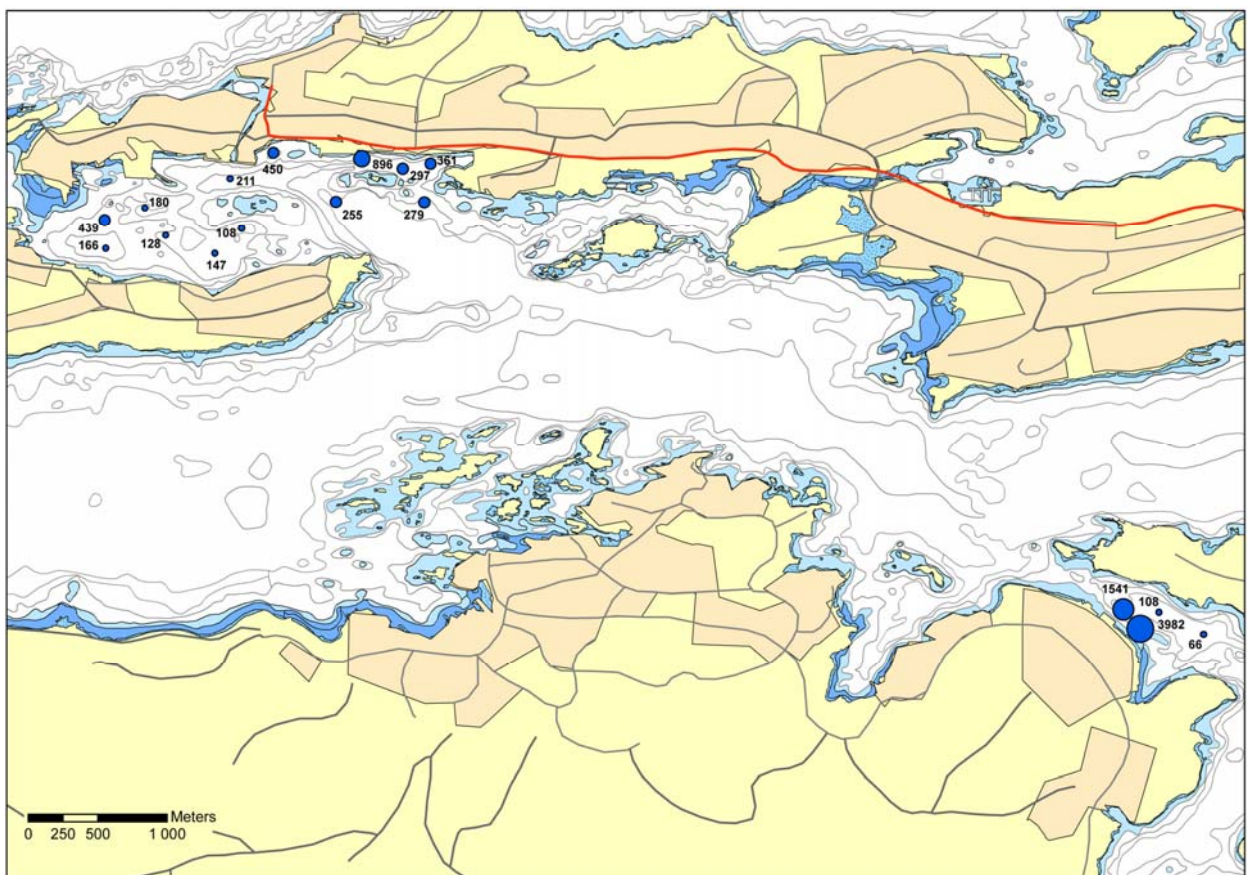
**Figur 3.** Beregnet total spredning (g/år) for de tre delområdene ved diffusjon ( $F_{diff}$ ), skipsoppvirvling ( $F_{skip}$ ) og via organismer ( $F_{org}$ ).

### 5.2.1 Human helse

Risiko for human helse er vurdert ut i fra bruken av området. Vi antar at det ikke er noen begrensninger i forhold til bruken av områdene, og i følge miljømålet for området skal det kunne benyttes til kommersielt fiske, friluftsliv og rekreasjon. Dette er den arealbruken som er mest følsom for overkonsentrasjoner av miljøgifter.

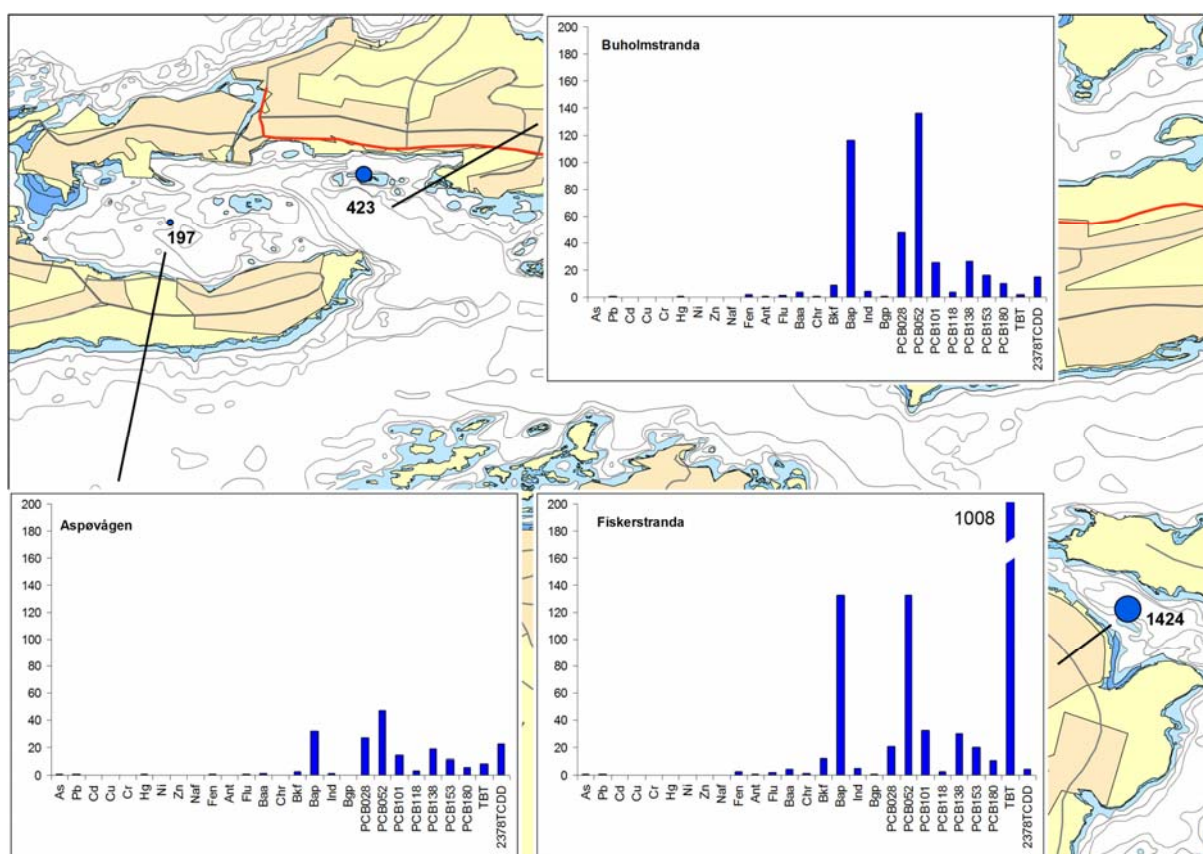
Risikoen for human helse (dose / 10% MTR human) basert på bidraget fra hver enkelt stasjon er vist i **Figur 4**. Beregnet dose er sammenlignet med verdier for maksimal tolerabel risiko (MTR).

Risikobidraget var høyest fra sedimentene på stasjonene utenfor Fiskerstrand, hhv. 1500 og ca 4000, som er omtrent tilsvarende som beregnet under trinn 1. Også her utgjør sedimentene som ligger i dypområdet i sundet den minste risikoen.



**Figur 4.** Beregnet risiko for human helse (dose / 10% MTR human) for de enkelte stasjonene i henhold til trinn 2. Tallet over symbolene angir antall ganger den totale dosen overskrider grenseverdien for de forskjellige stoffene. Størrelsen på symbolene illustrerer størrelsen på risikobidraget.

Tar man den gjennomsnittlige risikoen for human helse for hvert delområdet og ser nærmere på hvilke parametere som bidrar mest (**Figur 5**) ser vi at for Fiskerstrand er det TBT, B(a)P og PCB52. For Buholmstranda er det B(a)P, PCB52, men også en del fra PCB28. Det samme gjelder for Aspevågen, men her er det også et bidrag fra dioksiner. Generelt er det ingen human risiko knyttet til metaller med unntak av Hg lokalt. Det er tidligere registrert svært høye Hg konsentrasjoner lokalt i Aspholet (over 200 mg Hg/kg sediment). Tar man med alle Hg data for Aspevågen øker risikobidraget fra 0,4 (ingen risiko) til 3, mens lokalt for stasjonen med den svært høye konsentrasjonen (>200 mg Hg/kg) overskrides grenseverdien med 40 ganger. Samlet utgjør likevel de organiske miljøgiftene et større risikobidrag enn Hg i Aspevågen. Merk at skalene er lik i alle figurene i **Figur 5**.



**Figur 5.** Beregnet midlere risiko for human helse (dose / 10% MTR human) i de enkelte delområdene i henhold til trinn 2. Tallet over symbolene angir antall ganger den totale dosen overskrider grenseverdien for de forskjellige stoffene. Størrelsen på symbolene illustrerer størrelsen på risikobidraget. Grafene viser hvilke komponenter som har det største risikobidraget, hvor y-aksen angir antall ganger den totale dosen overskrider grenseverdien for de forskjellige stoffene. (For Hg i Aspevågen se kommentarer i teksten over.)

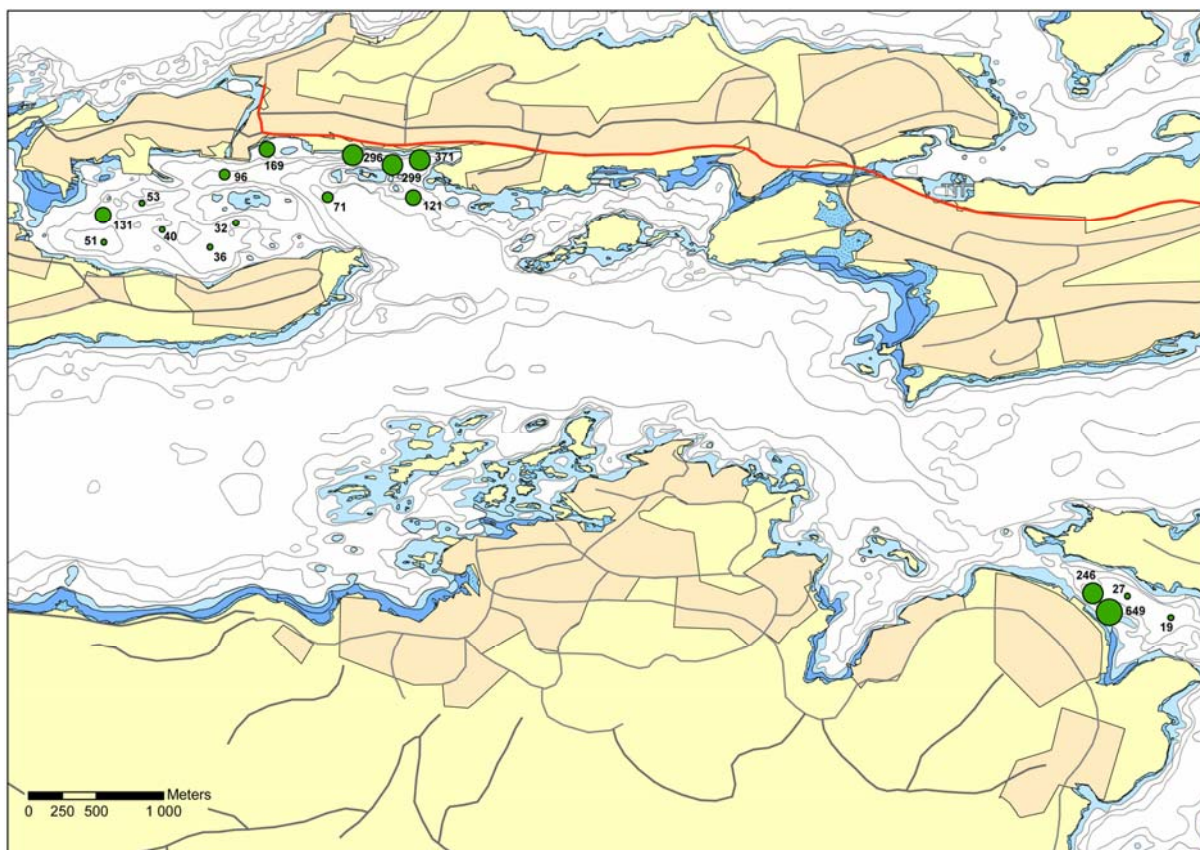


### 5.2.2 Økologisk risiko

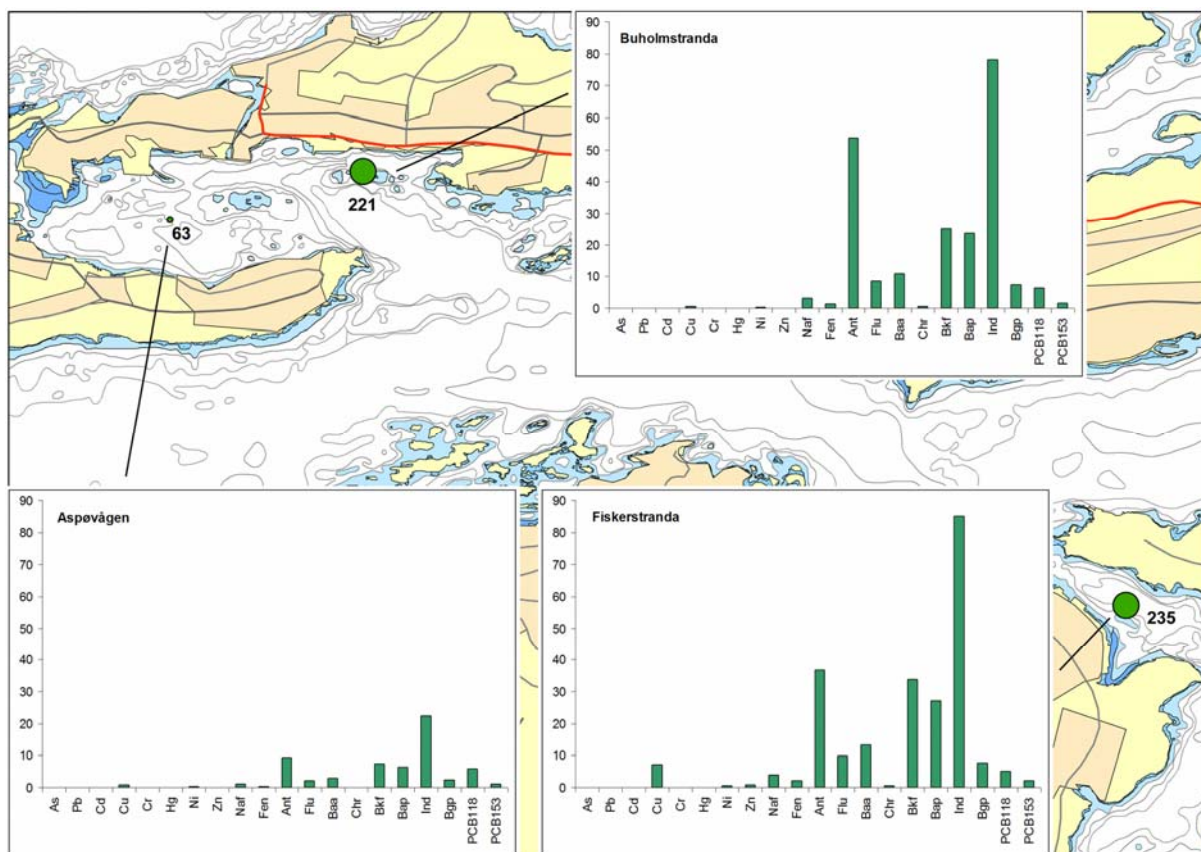
Risiko for økologien ( $C_{sed} / MPC$ ) basert på bidraget fra hver enkelt stasjon er vist i **Figur 6**. Uttrykket  $C_{sed} / MPC$  beregnes ved at konsentrasjonen av hver enkelt parameter i sedimentet ( $C_{sed}$ ) divideres med grenseverdiene ( $MPC$  = maksimal tillatt konsentrasjon) for økologiske effekter. Ved en  $C_{sed} / MPC < 1$  ansees risikoen å være akseptable for at ikke økosystemet skal skades.

De høyeste overskridelsene av grenseverdien for økologisk risiko er fra sedimentene utenfor Fiskerstrand og Buholmstranda. I **Figur 7** er midlere risiko for området vist. Som en ser er det PAH-forbindelsene som bidrar mest til den økologiske risikoindeksen. Generelt utgjør ikke metallene en økologisk risiko med unntak av Cu ved Fiskerstrand.

TBT er ikke med i beregningene av økologisk risiko. Dette er fordi toksisitetsdata for TBT hovedsakelig er basert på virkninger på ulike sneglearter. Her påvises effekter på forplantningsevne ved svært lave konsentrasjoner. Hvorvidt disse nivåene er styrende for grenseverdier i sediment er usikkert.



**Figur 6.** Beregnet risiko for økologien ( $C_{sed} / MPC$ ) på de enkelte stasjonene i henhold til trinn 2. Tallet over symbolene angir antall ganger den totale risikoen ( $C_{sed}$ ) overskrider grenseverdien for de forskjellige stoffene. Størrelsen på symbolene illustrerer størrelsen på risikobidraget.



**Figur 7.** Beregnet midlere risiko for økologien ( $C_{sed} / MPC$ ) i de enkelte delområdene i henhold til trinn 2. Tallet over symbolene angir antall ganger den totale risikoen (dose) overskrider grenseverdien for de forskjellige stoffene. Størrelsen på symbolene illustrerer størrelsen på risikobidraget. Grafene viser hvilke komponenter som har det største risikobidraget.

## 6. Plan for tiltak

Risikovurderingen viser at ingen av de tre områdene kan friskmeldes. De tre delområdene har imidlertid noe forskjellig forurensningsproblem. På Fiskerstrand er det TBT, PAH og Cu som utgjør den største risikoen. På Buholmstranda og i Aspevågen er det et mer sammensatt problem bestående av PAH, PCB, Hg og til dels dioksin. Dette gjenspeiler en mer sammensatt kildepåvikning fra flere typer aktivitet, enn ved Fiskerstrand hvor verftet er den dominerende kilden.

### 6.1 Tiltaksalternativer

#### 6.1.1 Fiskerstrand

For europeiske land er total utfasing av TBT planlagt til 2008. Da skal alt av TBT fra eksisterende skip være fjernet. Nypåføring av TBT har vært forbudt siden 2003. En kan derfor forvente tilførsler av TBT til det marine miljø i fortsatt noen år framover. Det er likevel viktig for tiltaksområdet at tilførslene, slik de har vært til nå, reduseres betydelig. Før eventuelle tiltak i sjøen vurderes bør det jobbes med å få til en ordning for å ta hånd om TBT- og Cu-holdig avfall fra vedlikehold av skip.

Tiltaksalternativer i sjø er enten mudring eller tildekking. Det miljømessig mest akseptable er tildekking og dette er som oftest også det rimeligste alternativet. Hvis seilingsdybden utenfor verftet er tilstrekkelig anbefales tildekking med rene masser, med tilsvarende eller noe grovere korning enn det en finner på lokaliteten i dag. Forut for tiltaket bør området detaljkartlegges for å redusere tiltaksarealet og totalkostnadene mest mulig.

#### 6.1.2 Aspevågen og Buholmstranda

For begge disse områdene er det i følge fase 1 (Fagerhaug 2003) fortsatt sannsynlige kilder til forurensning på land. Disse bør kartlegges og bidraget av aktuelle forurensningskomponenter estimeres. Dette kan gjøres ved å undersøke avløpsnett, prøvetaking i sandfang. Dette har vist seg å være en egnet metode for å kartlegge forurensningskilder i et område (Fylkesmannen i Buskerud 2005). Slike undersøkelser bør utføres i tett samarbeid med kommunene, som kjenner avløpsnett og vet hvilke bedrifter som kommer på hvor. Analysene bør omfatte de mest aktuelle parametrene, også dioksiner og bromerte flammehemmere.

En del av de registrerte lokalitetene er områder med forurenset grunn, tidligere verftsområder, industrilokaliteter og lignende. Forurensning fra disse tilføres resipienten ved diffus utlekking / sig gjennom grunnen. Undersøkelser av disse lokalitetene må derfor ha en annen tilnærming. Det kan da bli nødvendig med utførelse av miljøtekniske grunnundersøkelser. Mange av områdene er nedbygd og overdekt i forbindelse med seinere tids byggeaktiviteter (særlig havnearealer og vegger), noe som kompliserer og fordyrer undersøkelsene.

For Aspevågen står industriområdet til Liaaen verftet på Kvennaneset i en særstilling. Her er det mistanke om at potensielt miljøfarlig avfall er lagt i fyllinger i strandkanten, og på den måten også benyttet til utfylling for opparbeidelse av nytt industriareal. Videre er det sannsynlig at store deler av grunnen er generelt forurenset av aktiviteten til verftet. Mesteparten av dette arealet ligger i dag usikret og åpent tilgjengelig.

Likeledes vil det for ytre deler av Aspevågen også være nødvendig å vurdere mulige kilder i området Skarbøvika og Steinvågsundet. I dette området er det registrert flere mulige forurensningskilder, både karakterisert som direkte utslipp / punktkilder, men også mulige forurenset grunn lokaliteter. De fleste av disse vil ha et nokså klart ansvarsforhold i form av at problemeier/grunneier er kjent.

For tiltak i sjø gjelder generelt de samme momentene som nevnt for Fiskerstrand. Der hvor det er tiltrekkelig dyp kan sedimentene med fordel dekkes til. Der hvor en ikke har det må sedimentene fjernes og eventuell restforurensning i sedimentene tildekkes.

Aspholet og området nordvest i Aspevågen inn mot Skjerva og Liaaen verftet, med svært høye Hg konsentrasjoner, står i så måte i en særstilling. Området er en "hot-spot" hvor det bør vurderes å iverksette tiltak lokalt og særskilt, og uavhengig av hva som skjer i resten av Aspevågen.

## 6.2 Kostnadsberegninger

Konkrete tiltak må forberedes og spesifiseres best mulig (kostnads- og ressursoptimalisering). Dette krever da at det utføres detaljerte undersøkelser av valgte tiltaksområder, topografisk kartlegging (bunnkart), geofysiske undersøkelser for å bestemme løsmassetyper og -fordeling, alt med det formål å avgrense tiltaksområdet i størst mulig grad.

### **Kostnader:**

Enhetspriser for de forskjellige tiltaksmetodene er hentet fra erfaringskostander / -priser fra sammenlignbare prosjekter. Dette er erfaringskostnader som blir omtrentlige. Endelige kostnader må baseres på spesifiserte anbud og innhenting av priser i konkurranse.

Ved tildekking er det ikke tatt med utlegging av fiberduk i noen deler av området. I stedet spesifiseres tildekkingen i to trinn, først forsiktig utlegging av finmasser i fraksjon 0 – 4 mm i et 0,2 m tykt lag, deretter utlegging av et nytt lag med masser i fraksjon 0- 32 mm i 0,3 m tykkelse. Per m<sup>2</sup> utgjør dette da 0,2 m<sup>3</sup> masse i finfraksjon og 0,3 m<sup>3</sup> i fraksjon 0 – 32 mm.

Kostnader til geofysiske undersøkelser, ekkolodding og utførelse av grunn seismikk, er hentet fra firma Geophysix as.

### 6.2.1 Kavlesundet / Fiskerstranda

Før tiltak i sjø kan iverksettes er det påkrevet at verftet – som er antatt å være eneste forurensere i området - endrer sine prosesser slik at utslipp til sjø ikke lenger skjer. Videre må eventuelle tiltak spesifiseres og utarbeides i samråd med verftet.

Tabellen under viser beregnede kostnader ved tiltak i sjøen, i det arealet som er benyttet som grunnlag for risikovurderingen, dvs. 702.400 m<sup>2</sup>. Tabellen viser at de største kostnadene er knyttet til tildekking. Etter utførte forundersøkelser vil en anta at tiltaksområdet kan avgrensas ytterligere slik at kostnadene ved tildekking blir mindre.

| Operasjon                                                  | Enh | Kost   | Antall | Sum                  |
|------------------------------------------------------------|-----|--------|--------|----------------------|
| Forberedende undersøkelser                                 |     |        |        |                      |
| Geofysiske undersøkelser / kartlegging                     | rs  |        |        | 225.000              |
| Utvidede miljøundersøkelser / prøvetaking <sup>1</sup>     |     |        |        |                      |
| Prøvetaking                                                | stk | 200    | 2000   | 400.000              |
| Analyser                                                   | stk | 100    | 2500   | 250.000              |
| Rapportering                                               | rs  |        |        |                      |
| Utarbeidelse av anbudsdokumenter etc.                      | rs  |        |        | 60.000               |
| Tildekking med masse i fraksjon 0 - 4 mm i tykkelse 0,2 m  | m3  | 140400 | 115    | 16.146.000           |
| Tildekking med masse i fraksjon 0 - 32 mm i tykkelse 0,3 m | m3  | 210600 | 120    | 25.272.000           |
| <b>SUM</b>                                                 |     |        |        | <b>kr 42.353.000</b> |

Kommentarer til tabellen:

Det er stipulert et antall prøver basert på prøvetaking i rutenett på 50x50m. Fra dette er gjort en skjønnsmessig reduksjon basert på at antallet prøvestasjoner kan reduseres i nærhet av land, i innlysende forurensede områder (kjente og i nærheten av forurensende aktiviteter / kilder) og i grunne områder og områder med grove sedimenter / bart fjell (basert på resultater fra geofysiske undersøkelser). Et tett rutenett gir en godt grunnlag for avgrensning av området og kostnadene er relativt lave sammenlignet med kostnadene ved tildekking.



### 6.2.2 Buholmstranda

Som for Kavlesundet vil tildekking være et mulig og relevant tiltak i området Buholmstranda. Det er her gjort kostnadsberegninger for tre alternative tiltak; tildekking av hele området (samme areal som benyttet i risikovurderingen), og området delt i to mindre delområder (fra Buholmen og til Volsdalsvågen og fra Buholmen og vest til Stornespiren).

Dybdeforholdene i det vestlige området, langs kaifronter ved Sjøgata, Stornespiren og Meierikaia gjør at tiltak ved tildekking kan være noe mer usikkert mht gjennomførbarhet. Løsningsvalg for området vil i tillegg til dybdeinformasjon også måtte bestemmes ut fra grunnforhold og løsmasse-typer / -fordeling i de grunne områdene.

Arealene i de to delområdene er redusert tentativt i forhold til dybdeområder og grunner som framgår av sjøkartet. Summen av arealene for disse to områdene er derfor mindre enn hele området sett under ett.

Alternativ A – hele området, areal = 713.100 m<sup>2</sup>

| Operasjon                                                  | Enh | Antall | Kost | Sum                  |
|------------------------------------------------------------|-----|--------|------|----------------------|
| Geofysiske undersøkelser / kartlegging                     | rs  |        |      | 225.000              |
| Utvidede miljøundersøkelser / prøvetaking <sup>1</sup>     |     |        |      |                      |
| Prøvetaking                                                | stk | 200    | 2000 | 400.000              |
| Analyser                                                   | stk | 100    | 2500 | 250.000              |
| Rapportering                                               | rs  |        |      | 45.000               |
| Utarbeidelse av anbudsdokumenter etc.                      | rs  |        |      | 60.000               |
| Tildekking med masse i fraksjon 0 - 4 mm i tykkelse 0,2 m  | m3  | 142620 | 115  | 16.401.000           |
| Tildekking med masse i fraksjon 0 - 32 mm i tykkelse 0,3 m | m3  | 213900 | 120  | 25.668.000           |
| <b>SUM</b>                                                 |     |        |      | <b>kr 43.049.000</b> |

Alternativ B – østlige del, areal = 130.000 m<sup>2</sup>

| Operasjon                                                  | Enh | Antall | Kost | Sum                 |
|------------------------------------------------------------|-----|--------|------|---------------------|
| Geofysiske undersøkelser / kartlegging                     | rs  |        |      | 180.000             |
| Utvidede miljøundersøkelser / prøvetaking <sup>1</sup>     |     |        |      |                     |
| Prøvetaking                                                | stk | 60     | 2000 | 120.000             |
| Analyser                                                   | stk | 60     | 2500 | 150.000             |
| Rapportering                                               | rs  |        |      | 35.000              |
| Utarbeidelse av anbudsdokumenter etc.                      | rs  |        |      | 60.000              |
| Tildekking med masse i fraksjon 0 - 4 mm i tykkelse 0,2 m  | m3  | 142620 | 115  | 2.990.000           |
| Tildekking med masse i fraksjon 0 - 32 mm i tykkelse 0,3 m | m3  | 213900 | 120  | 4.680.000           |
| <b>SUM</b>                                                 |     |        |      | <b>kr 8.350.000</b> |

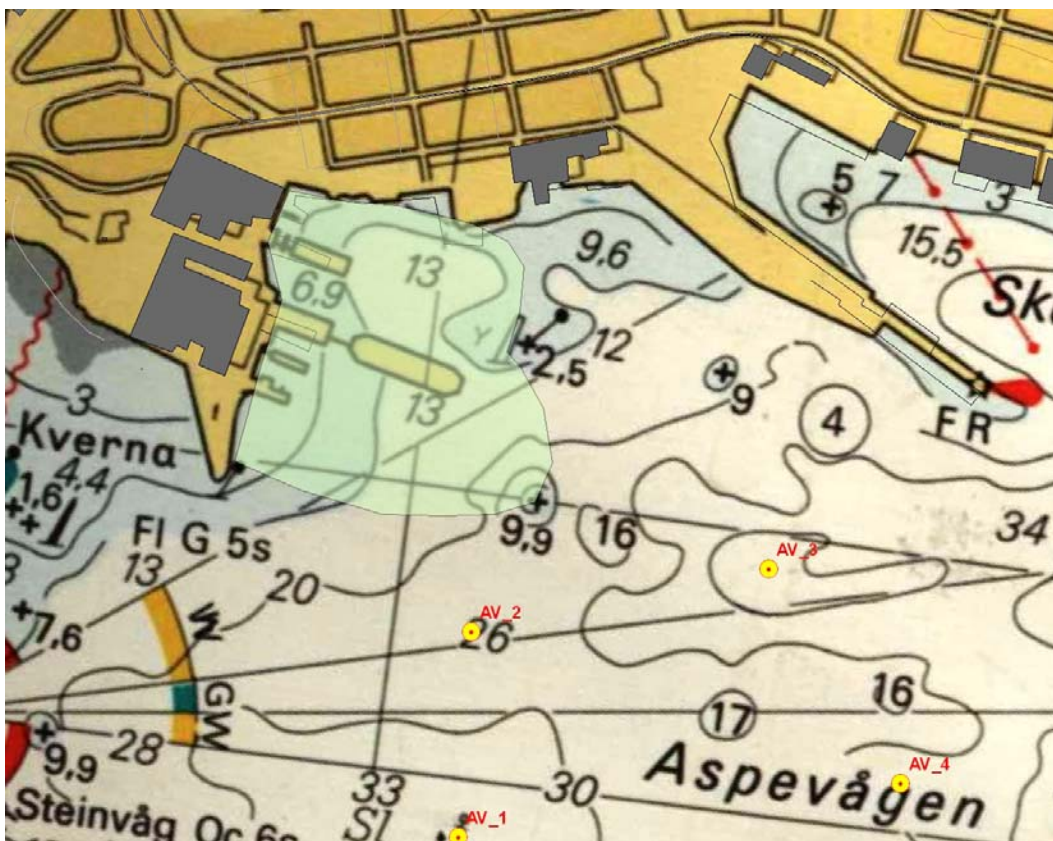
Alternativ C – vestlige del, areal = 230.000 m<sup>2</sup>

| Operasjon                                                  | Enh | Antall | Kost | Sum                  |
|------------------------------------------------------------|-----|--------|------|----------------------|
| Geofysiske undersøkelser / kartlegging                     | rs  |        |      | 210.000              |
| Utvidede miljøundersøkelser / prøvetaking <sup>1</sup>     |     |        |      |                      |
| Prøvetaking                                                | stk | 200    | 2000 | 400.000              |
| Analyser                                                   | stk | 100    | 2500 | 250.000              |
| Rapportering                                               | rs  |        |      | 45.000               |
| Utarbeidelse av anbudsdokumenter etc.                      | rs  |        |      | 60.000               |
| Tildekking med masse i fraksjon 0 - 4 mm i tykkelse 0,2 m  | m3  | 142620 | 115  | 5.290.000            |
| Tildekking med masse i fraksjon 0 - 32 mm i tykkelse 0,3 m | m3  | 213900 | 120  | 8.280.000            |
| <b>SUM</b>                                                 |     |        |      | <b>kr 14.380.000</b> |

### 6.2.3 Aspevågen

Forurensnings situasjonen i Aspevågen er sammensatt og kilder fortsatt uavklart. Det vurderes derfor som lite aktuelt å gjennomføre tiltak som omfatter hele området Aspevågen under ett. I stedet bør det for dette fjordområdet legges særlig fokus på miljøforhold, grunnforurensning og tiltaksvurderinger i kommunale plan- og reguleringsarbeider. På den måten kan det oppnås positive synergieffekter mellom byggeprosjekter og ønsket tiltaksgjennomføring. Ved langsiktige arbeider kan dette bidra til at miljømålene oppnås også for Aspevågen uten at det må settes inn store ressurser i et ensidig tiltaksprosjekt.

Området ved Aspholet og øst for Kvenneset / Liaaen mener vi imidlertid bør prioriteres høyere. Det er her dokumentert et område med særlig høye forurensninger av bl.a. av kvikksølv. Forurensningen antas å være rester av aktiviteten ved det tidligere verftet. Omtrentlig avgrensning for et tiltak er vist på kartutsnitt i **Figur 8**. Tiltak i dette området må samordnes med oppsittere på Kvenneset og på Skjerva / Kjøpmannsgata.



**Figur 8.** Tentativ utstrekning (grønnskavert) av tiltaksområde i Aspholet øst for Liaaen / Kvenneset

Det er antatt at dybdeforhold ikke er av avgjørende betydning og at tiltak i mesteparten av området derfor kan gjøres ved overdekning. Alternativt kan sedimenter i grunne områder mudres og legges i deponi i dypområdet inne i forsenkningen. Ei slik løsning har tidligere vært vurdert i forbindelse med et planlagt byggeprosjekt ved Liaaen som også omfattet utdyping ved mudring. Prosjektet er nå ikke lenger aktuelt å gjennomføre, men innsamlet informasjon om grunnforhold, sedimenter, strøm- og dybdeforhold kan eventuelt brukes i et framtidig tiltaksprosjekt.

Arealet er stipulert til totalt 78.000 m<sup>2</sup>. Av dette kan det bli behov for å utføre mudring i inntil 10.000 m<sup>2</sup>.

Kostnadene ved tiltaket er da kalkulert som følger:

| Operasjon                                                   | Enh            | Antall | Kost | Sum                 |
|-------------------------------------------------------------|----------------|--------|------|---------------------|
| Geofysiske undersøkelser / kartlegging                      | rs             |        |      | 110.000             |
| Utvidede miljøundersøkelser / prøvetaking                   |                |        |      |                     |
| Prøvetaking                                                 | stk            | 40     | 2000 | 80.000              |
| Analyser                                                    | stk            | 40     | 2500 | 100.000             |
| Rapportering                                                | rs             |        |      | 35.000              |
| Utarbeidelse av anbudsdokumenter etc.                       | rs             |        |      | 60.000              |
| Tildekking med masse i fraksjon 0 - 4 mm i tykkelse 0,2 m   | m <sup>3</sup> | 14000  | 115  | 1.610.000           |
| Tildekking med masse i fraksjon 0-32 mm i tykkelse 0,3 m    | m <sup>3</sup> | 21000  | 120  | 2.520.000           |
| Mudring av inntil 10.000 m <sup>2</sup> i dybde minst 0,3 m | m <sup>2</sup> | 10000  | 75   | 75.000              |
| Deponering av mudrede masser i undervannsdeponi             | m <sup>3</sup> | 3.000  | 145  | 435.000             |
| <b>SUM</b>                                                  |                |        |      | <b>kr 5.025.000</b> |

### 6.3 Overvåking

Endestasjonene for miljøgifter i en fjord er bunnsedimentene og fisk og skalldyr. Overvåking av miljøgifter i sedimenter og organismer er to metoder som gir et integrert bilde av situasjonen i fjorden og er derved godt egnet for å følge situasjonen på et overordnet nivå. Overvåking av spesifikke kilder gjøres best ved målinger direkte i kildene.

Uavhengig av tiltak bør derfor miljøsituasjonen i fjorden følges over tid. Ved gjennomføring av tiltak må overvåking tilpasses hvert enkelt tilfelle. Generelt for overvåking før under og etter tiltak gjelder:

- Skaffe god oversikt over førsituasjonen. Dette skjer i samordning med forundersøkelser før tiltaket.
- Velge overvåkingsmetode for kontroll av at de valgte metoder fungerer etter planen. Her er det ofte fokus på partikkel- / miljøgift-spredning, som kan overvåkes ved måling av turbiditet, kjemisk analyse av vannprøver, sedimentfeller, blåskjell
- Etterkontroll av tiltak for å se til at tiltaket er utført etter planen Dette gjelder både fysisk / teknisk / kjemisk undersøkelser på selve lokaliteten for å kontrollere at evt. mudring / tildekking er utført tilfredsstillende med ønsket stabilitet og varighet, og at kjemien i sedimentene er som forventet. Dette utføres gjerne rett etter tiltak og i noen år fremover.
- Etterkontroll av tiltaket for å følge effekten av tiltaket over tid. Dvs. kontrollere at tiltaket har hatt ønsket eller tiltenkt effekt på eksempelvis miljøgiftkonsentrasjon i fisk og skalldyr.
- Generell miljøgiftovervåking av området for å følge utviklingen og eventuell naturlig restitusjon over tid. Det er naturlig at etterkontroll av tiltak etter hvert samordnes med den generelle overvåkingen av området.

## 6.4 Finansiering og fremdrift

Det langsiktige forvaltningsmålet for tiltaksområdet skal oppnås ved følgende konkrete delmål i prioritert rekkefølge:

| Rekkefølge | Område       | Delområde | Tiltak                                  | Konkret miljømål                                                                                                    | Primært ansvarl. etter forurens. loven                                                                         | Merknad                                                                                             |
|------------|--------------|-----------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | Fiskerstrand | land      | Stoppe aktive kilder                    | Redusere utslippene av TBT og Cu                                                                                    | Fiskerstrand verft                                                                                             | 1. prioritet                                                                                        |
| 2          | Fiskerstrand | sjø       | Tildekking                              | Stoppe utlekking fra sedimentene. Bringe miljøgiftkonsentrasjonen ned til SFTs klasse II                            | Prinsippet er "Forurensen betaler" ): Fiskerstrand verft Kommune/stat. Søker om finansieringsstøtte fra staten | 2. prioritet                                                                                        |
| 1          | Aspholet     | land      | Stoppe utlekking av Hg fra land til sjø | Redusere tilførslene av Hg, PAH ++                                                                                  | Liaaen / Grunneier                                                                                             | 1. prioritet                                                                                        |
| 2          | Aspholet     | sjø       | Tildekking                              | Redusere tilførslene av miljøgifter fra sedimentene. Bringe miljøgiftkonsentrasjonen ned til minimum SFTs klasse II | Liaaen / Grunneier                                                                                             | 2. prioritet                                                                                        |
| 3          | Aspevågen    | land      | Kildekartlegging                        | Redusere tilførslene av Hg, PAH, PCB, dioksin                                                                       | Prinsippet er "Forurensen betaler" Kommune/stat. Søker om finansieringsstøtte fra staten                       | 2. prioritet<br>Kommunen har et ansvar, bedre lokale forhold i forbindelse med utbyggingsaktivitet  |
| 4          | Aspevågen    | sjø       | Tildekking                              | Redusere tilførslene av miljøgifter fra sedimentene. Bringe miljøgiftkonsentrasjonen ned til minimum SFTs klasse II | Prinsippet er "Forurensen betaler" Kommune/stat. Søker om finansieringsstøtte fra staten                       | 3 prioritet *<br>Kommunen har et ansvar, bedre lokale forhold i forbindelse med utbyggingsaktivitet |

| Rekkefølge | Område   | Delområde | Tiltak           | Konkret miljømål                                                                                                    | Primært ansvarl. etter forurens. loven                                                   | Merknad                                                                                             |
|------------|----------|-----------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | Buholmen | land      | Kildekartlegging | Redusere tilførslene av Hg, PAH                                                                                     | Prinsippet er "Forurensen betaler" Kommune/stat. Søker om finansieringsstøtte fra staten | 2.prioritet                                                                                         |
| 2          | Buholmen | sjø       | Tildekking       | Redusere tilførslene av miljøgifter fra sedimentene. Bringe miljøgiftkonsentrasjonen ned til minimum SFTs klasse II | Prinsippet er "Forurensen betaler" Kommune/stat. Søker om finansieringsstøtte fra staten | 3.prioritet *<br>Kommunen har et ansvar, bedre lokale forhold i forbindelse med utbyggingsaktivitet |

\* Selve innføringen i kommunen bør være en 1. prioritet, mens utførelse av selve tiltakene vil gå over lengre tid.

De forskjellige offentlige etater har i sitt arbeid med planer og reguleringer samt byggesøknader, et styrende verktøy som kan brukes positivt for å bedre de lokale miljøforholdene. Tiltak i strandsonen kan tilpasses slik at de kan bidra til å skjerme og isolere forurensningslokaliteter og/eller fungere som direkte oppryddingstiltak. Som eksempler på slike byggesaker er planene om utvidet vegfylling fra Buholmen til Volsdalsvågen, foreslåtte planer om småbåthavner og utfyllinger fra Ysteneset til Bålholmen osv. Poenget er uansett at hensynet til forurensningsproblematikken i sjøområdet og langs strandsonen vektlegges på alle nivåer og følges som en rød tråd gjennom alle ledd i plan- og reguleringsarbeider.

## 7. Referanser

Fagerhaug, A. 2003. Tiltaksplan fir Borgundfjorden Ålesund og Sula, Møre og Romsdal. Fase 1: Gjennomgang, oversikt og nærmere prioriteringer. 52 s.

Helland A. og Fagerhaug, A.2006. Borgundfjorden og Aspevågen Tiltaksplan fase 2. Delrapport – felt og analysedata. Multiconsult rapport nr. 411359-1. 17 s.

Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-veiledning 97:03. TA-nr 1467/1997, 36s.

SFT 2005. Veileder for risikovurdering av forurenset sediment, TA 2085/2005