

## Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Kittelsbukt, Arendal



Norsk institutt for vannforskning  
Teknisk notat, Tiltaksplan Kittelsbukt, Arendal  
03.06.2008

# **Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Kittelsbukt, Arendal**

Norsk institutt for vannforskning  
Prosjekt O-27423

NIVA, Oslo, 03.06.2008



Torgeir Bakke  
Seniorforsker, p

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>4</b>
<b>1. Innledning og bakgrunn</b>	<b>5</b>
<b>2. Beskrivelse av tiltaksområdet</b>	<b>6</b>
2.1 Generelt	6
2.2 Nåværende og fremtidig bruksform	6
2.3 Forurensningssituasjon og -kilder	6
2.4 Kostholdsråd	7
2.5 Risikovurdering av sedimentene	7
2.6 Miljømål	8
<b>3. Tiltaksplan</b>	<b>10</b>
3.1 Supplerende kildekartlegging	10
3.2 Avgrensning av tiltaksområdet	10
3.3 Tilgjengelige tiltaksalternativer for sedimentene	10
3.4 Anbefalte tiltak knyttet til de lokale utbyggingene	11
3.5 Øvrige anbefalte sedimenttiltak for å oppnå miljømålene	11
3.6 Fjerning av skrot	12
3.7 Måloppnåelse	12
3.8 Kontroll og overvåking	12
<b>4. Referanser</b>	<b>13</b>

## Sammendrag

Arendal kommune har gjennom Stærk & Co. Bedt Norsk institutt for vannforskning (NIVA) om å utarbeide tiltaksplan for bunnsedimentene i Kittelsbukta vest for Tyholmen i Arendal. Tiltaksplanen er utarbeidet på basis av tidligere undersøkelser av bunnsedimentene, skisser til utbyggingsplaner og målformuleringer i tiltaksplan for Arendal kommune. Sedimentene i Kittelsbukta er moderat til meget sterkt forurenset av metaller, spesielt kobber og kvikksølv, markert til meget sterkt forurenset av PCB og sterkt til meget sterkt forurenset av PAH og TBT. Forurensningen forekommer flekkvis. Sedimentene utgjør en uakseptabel risiko både for økologisk skade og skade på human helse.

Miljømål for bunnområdene i Kittelsbukta er at de ikke skal overskride SFTs tilstandsklasse II for miljøgifter marine sedimenter.

Anbefalte tiltak omfatter følgende:

- Supplerende analyser av miljøgiftprofil i sedimentene for nærmere avgrensning av tiltaksområdet i sørøst mot området utenfor ved.
- Avklaring om det kan finnes miljøgiftkilder av betydning på land på nordsiden av bukta, spesielt langs den ytre delen av Kittelsbukta.
- Manuell fjerning av større synlig skrot på sedimentoverflaten i hele tiltaksområdet.
- Tildekking av bunnsedimentene lang nordsiden av bukta ut til 5-10 m utenfor planlagt fremtidig kaifront med egnet, rent sandmateriale i tykkelse ca 20 cm, evt. i kombinasjon med fiberduk.
- Tildekking av øvrige deler av tiltaksområdet med ca 10 cm, egnet, rent sandmateriale.

Skisse til miljøkontrollprogram før, under og etter anleggsperioden omfatter:

- Løpende kontroll av spredning av forurensete partikler gjennom turbiditetsmåling og miljøgiftanalyser under utbygging på nordsiden av bukta og under gjennomføring av tildekkingen.
- Analyse av miljøgifter i lokale fastsittende organismer før og etter at utbygging og tiltak er gjennomført.
- Fysisk og kjemisk etterkontroll av tildekkingen for å stadfeste måloppnåelse.
- Miljøgiftanalyse av sedimentene etter anslagsvis 6-8 år for å bekrefte varighet av tiltaket.

# 1. Innledning og bakgrunn

I forbindelse med de fylkesvise tiltaksplanene for forurensede sjøsedimenter er det utarbeidet forslag til tiltaksplan i Arendal kommune (Fylkesmannen 2005). I denne er Kittelsbukta identifisert som et av de bynære områdene som utgjorde høyest risiko for human helse og økologi på grunn av sedimentforurensningen.

I forbindelse med Tiltaksplan for Arendal Fase 2 ble det påvist forurensning i sedimentene i Kittelsbukta (Nilsson og Næs 2005). Sedimentene var sterkt forurenset, særlig av kvikksølv (Hg) og polyklorerte bifenyler (PCB). Undersøkelsene tydet på at det fortsatt foregår en tilførsel av PCB fra diffuse kilder. I forbindelse med planlagt utbygging langs land og i sjøen på vestsiden av indre Kittelsbukta gjennomførte NIVA sommeren 2007, etter ønske fra Fylkesmannen, en miljøundersøkelse og risikovurdering av sedimentene i bukta. Fylkesmannen ba også om en nærmere beskrivelse av tiltak i forbindelse med tildekking/fjerning av sedimenter for å hindre spredning av forurensede stoffer. Rapporten fra undersøkelsene (Helland et al. 2007) inneholder anbefalinger om tiltak. Disse er utdypet og nærmere begrunnet i dette dokumentet som utgjør forslag til tiltaksplan for Kittelsbukta.

Dette dokumentet begrunner og beskriver en tiltaksplan for sedimentene i Kittelsbukta. Planen er basert på følgende dokumenter (se også kapittel 4):

- NIVAs undersøkelse av miljøgifter i bunnsedimentene i Kittelsbukta (Nilsson og Næs 2005; Helland et al. 2007).
- Forslag til tiltaksplan for Arendal kommune utarbeidet av Fylkesmannen og Arendal kommune (2005).
- SFTs klassifisering TA-1467/1997 av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.
- SFTs veileder TA-2085/2005 i risikovurdering av forurensede sedimenter.

## 2. Beskrivelse av tiltaksområdet

### 2.1 Generelt

Kittelsbukt er en åpen, kileformet ca 200 m lang og ca 100 m bred bukt som strekker seg mot nordøst innover mot Arendal sentrum vest for Tyholmen (Figur 1). Bukta er omkranset av bymessig bebyggelse. Dybden i munningen av bukta er ca 18 m. I tiltakssammenheng regnes også området videre utover ca 100 m mot vest som del av Kittelsbukt (se avgrensning i Figur 1) På øst- og vestsiden består bunnen langs land hele vegen av bratt fjell og steinfillinger ned til ca 10 m dyp. Bunn sedimentene nedenfor dette er for en stor del sand og grus (50 – 80 % > 63µm kornstørrelse) med et relativt høy organisk innhold (5 – 16 % TOC).

### 2.2 Nåværende og fremtidig bruksform

Kittelsbukt har stor trafikk av småbåter, men liten/ingen sjøvegs ferdsel med større båter. Områder for bading og rekreasjon finnes ikke. Det foregår heller ikke yrkesfiske i bukta. Det er planer om utbygging utover i sjøen langs hele vestsiden av bukta både for å vinne utbyggingsarealer på land og for etablering av småbåthavn langs hele nordvestsiden (Figur 1).

Kommunen arbeider med sanering av kloakken i de bynære områdene, og det er i følge den generelle tiltaksplanen for kommunen (Fylkesmannen 2005) et uttrykt ønske at selv bykjernen skal kunne brukes til aktiviteter som bading og fiske uten helsefare. Småbåttrafikken i Kittelsbukta medfører en forurensningsfare, spesielt i form av PAH, noe som kan komme i konflikt med brukerinteressene for landbasert friluftsliv som bading og fiske. Småbåttrafikk er imidlertid en viktig del av bybildet i Arendal sentrum, og byen må fortsatt være tilgjengelig fra småbåt. Etter det vi har forstått prioriteres småbåttrafikk fremfor bading og fiske i fremtidig bruksform for Kittelsbukta.

### 2.3 Forurensningssituasjon og -kilder

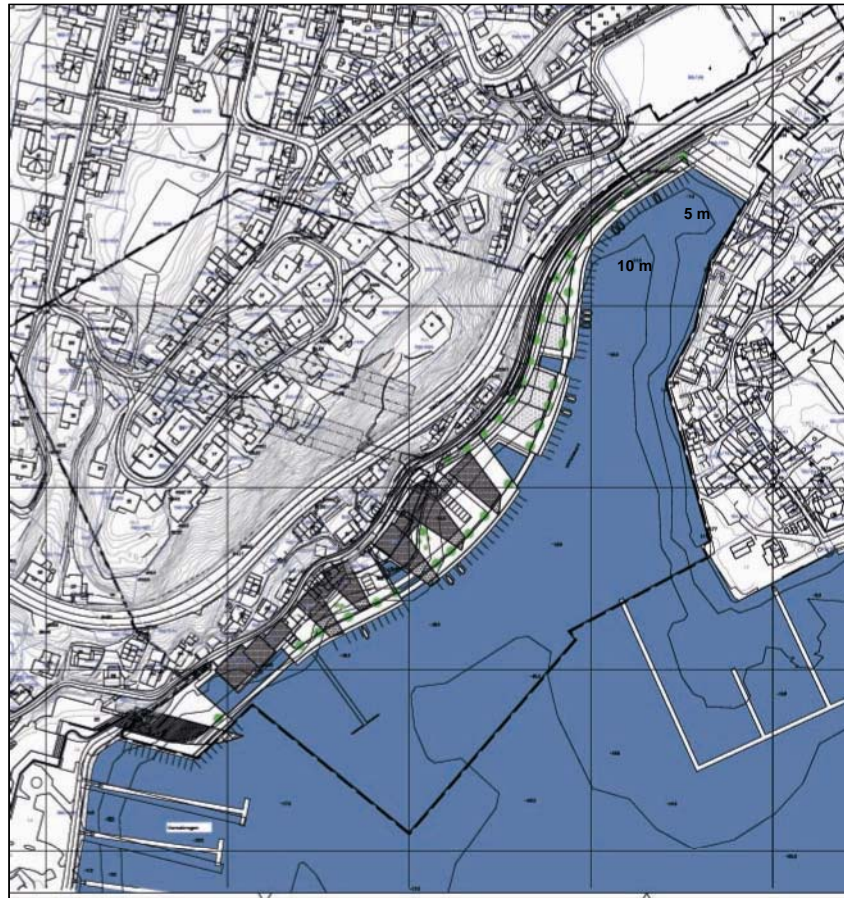
Forurensningen i sedimentene er kartlagt av Nilsson og Næs (2005) og Helland et al. (2007). Prøvene dekker først og fremst nordsiden av bukta (Figur 2). Overflatesedimentene er moderat til meget sterkt forurensset (SFTs forurensningsklasse II til V, Molvær et al. 1997) av metaller, spesielt kobber og kvikksølv, markert til meget sterkt forurensset av PCB (SFT klasse III til V) og sterkt til meget sterkt forurensset av PAH (SFT klasse IV og V). Innholdet av TBT var også i klasse IV-V (80-260 mg/kg), men likevel ikke spesielt høye i forhold til det som er funnet i andre norske havneområder (1000 – 10 000 mg/kg). Forurensningen er til dels flekkvis fordelt, og på et par steder ytterst i bukta (stasjon 2 og 4, Figur 2) hadde sedimentprøvene meget høyt innhold av hhv PAH og kobber. Forurensningen dypere nede i sedimentet er kun undersøkt på en lokalitet i indre del av bukta (Nilsson og Næs 2005). Nivåene av kvikksølv og PCB her økte nedover og var ca 3 x høyere i 10 cm sedimentdyp enn ved overflaten. Nivåene av PAH viste ingen klar økning med sedimentdyp.

Videoopptak av sjøbunnen i en rekke linjer fra land på nordsiden i 2007 (Helland et al. 2007) viser at det ligger mye skrot på sedimentbunnen. Enkelte områder spesielt rundt stasjon 2, 10 og 3 (Figur 2) er omtrent dekket av skrot. Dette kan være årsaken til den meget flekkvise forurensningen.

Det er ikke lokalisert noen tilførselskilder for miljøgifter på landsiden av betydning. Helland et al. (2007) kartla miljøgiftinnholdet i sandfangskummer i ledningsnett fra bykjernen i Arendal som ender ut innerst i Kittelsbukt. Resultatene tyder ikke på at tilførsel fra dette overløpet er kilden til forhøyet kvikksølv, kobber, PCB eller TBT, og det er tvilsomt om overløpet er en kilde til forhøyet PAH. Vi har ikke informasjonsgrunnlag for å kunne vurdere hvorvidt det finnes andre tilsvarende potensielle



punktkilder lenger ute i Kittelsbukta, men under NIVAs feltarbeid i 2007 så man flere avløpsledninger som munnet ut i sjøen (A. Helland pers. medd.). Det er ikke kjent om noen av disse er aktive.



Figur 1. Kittelsbukta med inntegning av ny strandlinje og bryggesystem langs vestbredden. Sort linje omkranser tidligere angitt tiltaksområde (fra Helland et al. 2007).

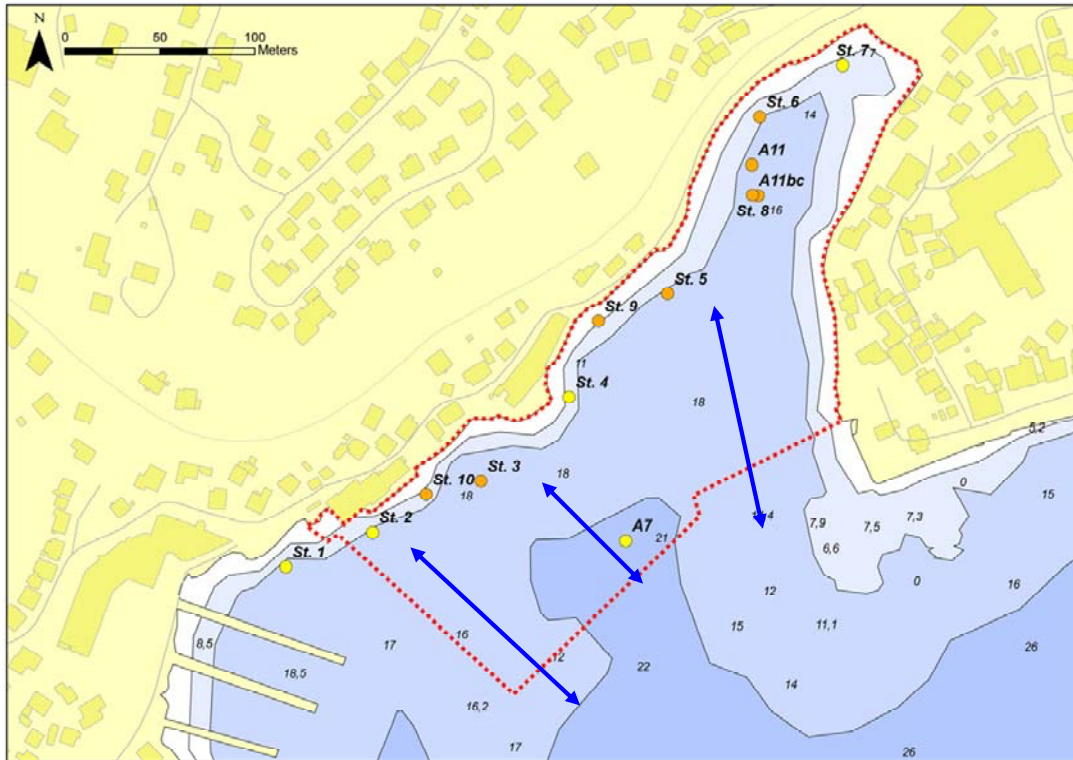
## 2.4 Kostholdsråd

Arendalsområdet er omfattet av følgende kostholdsråd satt av Mattilsynet: *konsum av lever fra fisk fanget i Arendals havneområde avgrenset av Strømsbrua, Galten i Galtesund og Tromøysund til Hastensund frarådes*. Kostholdsrådet ble sist vurdert i 2000. Det er også en omsetningsrestriksjon fra 2002 som tilsier at fisk fanget i området for kostholdsråd skal sløyes før salg og leveren skal fjernes. Kostholdsrådet er basert på et svært lite datagrunnlag, og det planlegges derfor å gjennomføre en større undersøkelse av PCB-innholdet i fisk i tiltaksområdet, for om mulig å fjerne kostholdsrådet eller avgrense det til et mindre område.

## 2.5 Risikovurdering av sedimentene

Helland et al. (2007) fant at sedimentene, slik de ligger i dag, overskrider grenseverdiene for akseptabel risiko både for økologisk skade og skade på human helse i følger SFTs risikoverktøy for forurensede sedimenter (Breedveld et al. 2005). Metaller og til dels PAH og TBT spres vesentlig

gjennom utlekking, mens PCB spres gjennom opptak i organismer. Risiko for spredning som følge av propelloppvirvling ansees å være ubetydelig.



Figur 2. Posisjoner for sedimentstasjonene 2005 og 2007. Videofotografering av bunnen er foretatt i linjer ut fra land gjennom hver av stasjonene. Blå linjer angir forslag til transekter for supplerende sedimentprøvetaking for å avgrense tiltaksområdet nærmere (Modifisert fra Helland et al. 2007)

## 2.6 Miljøsmål

I forslaget til tiltaksplan for Arendal kommune (Fylkesmannen 2005) er følgende miljøsmål gjort gjeldende bl.a. for Kittelsbukta.

Langsiktig forvaltningsmål:

- Bunnsedimentene i Arendalsområdet skal ikke være til hinder for utøvelse av rekreasjon og friluftsliv, fritidsfiske og -fangst, yrkesfiske og havnedrift.

Konkrete delmål:

- Byområdet og småbåthavner: Identifisere og stoppe/minske aktive kilder til forurensning
- Byområdet og lokale utbygginger: Bunnsedimentene skal ha miljøgiftkonsentrasjoner  $\leq$  SFTs tilstandsklasse II etter tiltak.
- Områder der tildekking ikke gjennomføres: Det skal observeres en gradvis nedgang i miljøgiftkonsentrasjoner.

Miljømålene setter krav til at en tiltaksplan for sedimentene i Kittelsbukta må omfatte følgende aktiviteter:



- Gjenværende potensielle miljøgiftkilder på land må identifiseres og undersøkes. Dette bør omfatte alle eventuell tilførselsledninger på nord- og sørsiden av bukta. Videre bør det gjøres en beregning av hva den diffuse overflateavrenningen fra de bynære områdene betyr.
- Aktive tiltak på bunnen gjennomføres for å bringe miljøgiftkonsentrasjonen i det bioaktive laget av overflatesedimentene (anslagsvis øvre 10 cm) ned i SFT tilstandsklasse II eller I.
- Områder der det er påkrevd med fysiske tiltak må skilles ut fra områder der man anser det for forsvarlig å satse på naturlig remediering.
- Etablering av tilfredsstillende overvåking for å følge den naturlige remedieringen og legge en plan for hvilke tiltak som er aktuelle dersom denne ikke utvikler seg tilfredsstillende.

## 3. Tiltaksplan

### 3.1 Supplerende kildekartlegging

Som tidligere nevnt synes det kommunale overløpet innerst i bukta ikke å være en kilde av betydning, men vi vet ikke om det eksisterer andre punktkilder av noe omfang på land. Selv om de høye nivåene av PAH og kobber på hhv stasjon 2 og 4 sannsynligvis skyldes skrot på bunnen, bør det avklares om de evt kan skyldes kilder på land i dette området knyttet til tidligere eller pågående virksomhet. Avklaring bør gjøres ved kontakt med teknisk etat i kommunen, evt stransonebefaring, samt ved innhenting av historiske opplysninger om virksomheter og evt deponier rundt bukta. Landkilder av betydning må ryddes opp i før det har hensikt å gjennomføre tiltak på sedimentene.

Det bør for helhetens skyld også gjøres en beregning av hva den diffuse overflateavrenningen av miljøgifter fra de bynære områdene til Kittelsbukta betyr spesielt for PAH og PCB. Dette kan i første omgang gjøres ved eksisterende generelle beregningsverktøy basert på erfaring fra andre steder.

### 3.2 Avgrensning av tiltaksområdet

I tidligere dokumenter er det angitt en yttergrense for tiltaksområdet i Kittelsbukta (Figur 1). Informasjonen om forurensningsgrad i sedimentoverflaten dekker imidlertid med unntak av en stasjon bare den nordøstlige del av området. Informasjon om vertikalfordeling av forurensningen finnes bare for indre del av Kittelsbukta. Kunnskap om profiler er nødvendig for å vurdere om naturlig remediering er aktuelt alternativ. Det bør derfor gjøres en sedimentundersøkelse med kjerneprøvetaker i eksempelvis 3 transekter gjennom området (vist i Figur 2). Programmet bør omfatte 3-5 stasjoner på hvert transekt, og man bør analysere innholdet av aktuelle miljøgifter (forslagsvis Hg, PCB og PAH) i 0-5, 5-10 og 10-20 cm sedimentdyp.

### 3.3 Tilgjengelige tiltaksalternativer for sedimentene

Prinsippet om at tiltaksmetoder skal være lokalt tilpasset er viktig. I realiteten er det tre valg det står mellom:

1. Mudring (fjerning av sediment)
2. Tildekking (bruk av tynne eller tykke sjikt av sand eller lignende)
3. Avvente situasjonen og overvåke for å dokumentere at situasjonen bedrer seg ved naturlig overdekking av sediment (ofte kombinert med enkle tiltak på land for å sikre kildekontroll)

I mange tilfeller kan det være aktuelt å kombinere ulike tiltaksmetoder innenfor ett og samme område ved å dele opp området.

I situasjoner hvor forurensningstilførslene har vært store tidligere og hvor det er iverksatt rensiltak eller avskjæring av kilder vil de dypere delene av sedimentene være mer forurenset enn overflatelaget. Dette synes være situasjonen i indre del av Kittelsbukta. I slike situasjoner vil mudring innebære at de dypereliggende sedimentene virvles opp i sjøvannet under operasjonen og miljøgiftene kan spres. I en slik situasjon kan mudring for å oppnå en miljøgevinst være et verre alternativ enn å satse på at tilstanden bedrer seg naturlig. Erfaring viser også at man etter mudring som oftest sitter igjen med et løst toppsjikt av restmateriale som kan ha høyere miljøgiftkonsentrasjoner enn de opprinnelige toppsedimentene. Av disse grunnene er det relativt stor enighet i fagmiljøene i dag om at man bør unngå å mudre forurensete sedimenter dersom det ikke er nødvendig for å øke seilingsdyp eller av andre praktiske hensyn. Tildekking er et klart foretrukket alternativ.

Tildekking forutsetter at de topografiske forholdene ligger til rette for det. I Kittelsbukta har sedimentbunnen relativt liten skråning slik at det bør være mulig å legge ut et dekklag uten fare for geoteknisk destabilisering og utrasning. Det anbefales at større gjenstander og skrot på bunnen fjernes før en tildekking (se kapittel 3.6).

### **3.4 Anbefalte tiltak knyttet til de lokale utbyggingene**

Som tidligere nevnt planlegges en utbygging i strandkanten og utover i sjøen langs så godt som hele Kittelsbuktas nordside (Figur 1). De siste opplysningene vi har fått er at utbyggingen vil foregå på peler. Anbefalingene må dekke tiltak for å hindre spredning av forurensning både under og etter utbyggingen. I skråningen hvor utbyggingen skal foregå er det påvist fjell og stor stein med mye vekst av tang og tare. Det er lite eller ingen sedimenter i dette området og det vil derfor ikke være fare for spredning av forurensning ved arbeider i selve skråningen.

Ved foten av skråningen og videre utover i bukta ligger det sedimenter som er sterkt til meget sterkt forurenset. Arbeider her vil kunne virvle opp disse og spre forurensningen og derved øke miljørisikoen. Selv om sedimentene i stor grad består av grus og sand viste videoregistreringene at selve overflaten lett lar seg virvle opp dersom den forstyrres. For å hindre oppvirvling under anleggsarbeidet anbefales det at sjøbunnen fra foten av fjellet og utover tildekkes før arbeidene starter opp. For å hindre oppvirvling ved peling i selve sedimentene ville det alene være tilstrekkelig å dekke til sedimentene med sand uten fiberduk der pelene skal settes (anslagsvis ut til 2-5 m fra disse). Vi anbefaler likevel full tildekking av sedimentene ut til anslagsvis 5-10 m utenfor planlagt kaifront, siden dette også vil sikre mot annen utilsiktet oppvirvling under anlegg, for eksempel fra utrasing ved arbeid i skråningen eller fra oppankring. Slik tildekking vil også effektivt hindre senere diffusjon og graving fra organismer ned i forurenset sediment.

Utlegging av ca 20 cm sand, eventuelt oppå en fiberduk, vil gi tilstrekkelig beskyttelse under arbeidene. Bunnen her ligger på såpass dypt vann at et tildekkingslag ikke vil være til hinder for båttrafikken under anlegg, og vil heller ikke bli forstyrret av den typiske småbåttrafikken i området etter at anleggsarbeidet er over.

### **3.5 Øvrige anbefalte sedimenttiltak for å oppnå miljømålene**

Miljømålene (Fylkesmannen 2005) krever at miljøgiftkonsentrasjonen i det bioaktive laget av overflatesedimentene (anslagsvis øvre 10 cm) bringes ned i SFT tilstandsklasse II eller I. SFTs klassifisering av forurensete sedimenter foreligger nå i revidert utgave (SFT TA-2229/2007) og vi regner med at denne legges til grunn. Tiltakene som gjennomføres i forbindelse med strandutbyggingen vil være et viktig bidrag til at dette målet nåes. I tillegg bør det gjøres tiltak på resten av sedimentene som i dag overstiger SFT klasse II, dvs i praksis resten av tiltaksområdet (eventuelt minus områder hvor man anser naturlig remediering for å være tilfredsstillende). Dette innebærer enten fjerning av sedimentene ned til rene masser, eller tildekking med egnede rene masser. Man kan forvente at naturlig restitusjon av området etter hvert vil bringe miljøgiftkonsentrasjonene ned på ønsket nivå, men i følge tiltaksplanen for Arendal kommune (Fylkesmannen 2005) vil dette ta uakseptabel lang tid. Tiltaksplanen foreslår derfor at de forurensete sedimentene i hele området dekkes til med rene masser, og denne anbefaling støttes. Vi støtter også anbefalingen om at dette gjøres som en såkalt "tynnsjikt-tildekking" med et ca 10 cm tykt rent sandlag uten fiberduk. Dette vil gi rent sediment i det "bioaktive" laget (anslagsvis de øvre 10 cm) og bør være tilstrekkelig til å oppnå miljømålet. Forurensningssituasjonen anses ikke som akutt, og det vil derfor være mulig å knytte tiltaket opp mot tilgang på rene masser. Kornstørrelsen på tildekkingsmassene bør ikke være finere enn i det naturlige sedimentet.

### 3.6 Fjerning av skrot

De store mengdene skrot på sedimentbunnen i enkelte deler av området vil kunne skape problemer for utlegging av både fiberduk og tildekkingslag. Ved tildekking kan man risikere at skrot stikker opp gjennom tildekkingslaget og fremdeles være en kilde til utlekking av miljøgifter. Vi foreslår derfor som første skritt i tiltaksplanen at det gjøres en innsats for å fjerne skrotet manuelt. Vanddypet er ikke større enn at lettdykkere kan operere der med rimelig lang bunntid, og plukking av større synlig gjenstander bør kunne gjennomføres med tilstrekkelig forsiktighet til at oppvirvling av betydning av underliggende sedimenter unngås. Et forslag er at tiltakshaver inngår avtale med lokale dykkerklubber om en undervanns "rusken-aksjon" slik det er gjort i flere andre havneområder.

### 3.7 Måloppnåelse

Vi foreslår at tiltaket bedømmes til å ha oppnådd sin målsetning dersom den nye sjøbunnen etter tiltak har en konsentrasjon av miljøgifter som tilfredsstillende SFTs reviderte tilstandsklasse II. Nødvendige undersøkelser for å bedømme måloppnåelsen inngår i skissen til miljøkontrollprogram beskrevet nedenfor.

### 3.8 Kontroll og overvåking

Det bør etableres et miljøkontrollprogram som gjennomføres før, under og etter tiltaksperioden. Programmet bør ha følgende målsetninger og elementer:

*Kontrollere at utbyggingsarbeidene i sjø og de forurensningsbegrensende tiltakene ikke forårsaker uakseptabel oppvirvling og spredning av forurensede partikler under selve gjennomføringen.*

Anbefalte elementer:

- Løpende logging av partikkelspredning under anlegg samt stikkprøvekontroll på partiklenes miljøgiftinnhold.
- Analyse av miljøgiftinnhold i lokale fastsittende organismer (for eksempel blåskjell) før og etter anleggsarbeidet for å fastslå om det har forårsaket spredning av biotilgjengelige miljøgifter.

*Verifisere at sedimentforholdene etter gjennomførte tiltak tilfredsstillende kravene gitt i tiltaksplanen mht dekklagstykkelse og miljøgiftnivåer.*

Anbefalte elementer:

- Fysisk karakterisering av "ny" sjøbunn ved bruk av undervannsvideo og/eller sedimentprofilkamera.
- Kjemisk karakterisering av overflatelaget på et tilstrekkelig antall lokaliteter som grunnlag for å fastslå forurensningsgrad i det bioaktive laget og bedømme om miljømålet er oppnådd. Programmet bør omfatte vertikalprofil av utvalgte miljøgifter ned til minimum 20 cm sedimentdyp (f.eks 0-5, 5-10 og 10-20 cm).
- Gjentatt sedimentundersøkelse etter anslagsvis 6-8 år for å bekrefte varigheten av tiltaket. Om kilder er eliminert vil ny sedimentering i stor grad være ren og bare forsterke virkningen av tynnsjikt-tildekkingen.

## 4. Referanser

Breedveld, G., T. Bakke, E. Eik, A. Helland, T. Källqvist, A. Oen. 2005. Veileder i risikovurdering av forurenset sediment. SFT TA-2085/2005, ISBN 82-7655-250-1. 45 s.

Fylkesmannen 2005. Fylkesvise tiltaksplaner for forurensete sedimenter. Forslag til tiltaksplan for Arendal kommune.

Helland, A, Nilsson, HC og Bakke, T. 2007. Kittelsbukta, Arendal. Miljøgifter i sedimenter, vurdering av risiko og tiltak. NIVA rapport l.nr. 5472-2007. 27 s.

Molvær, J., J. Knutzen, J. Magunsson, B. Rygg, J. Skei, J. Sørensen. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn. Veiledning 97:03. 36 s

Nilsson, HC og Næs, K, 2005. Sedimentundersøkelser i forbindelse med tiltaksplan for forurensete sedimenter i Arendal: fase 2. Norsk institutt for vannforskning, Rapport nr 5118-2005. 42 s.