

FYLKESMANNEN I ROGALAND
MILJØVERNAVDELINGEN



TILTAKSPLAN FOR OPPRYDNING
AV FORURENSEDE
SEDIMENTER I
STAVANGER HAVN
MILJØRAPPORT NR 1 - 2002

MILJØRAPPORT

FYLKESMANNEN I ROGALAND MILJØVERNAVDELINGEN



Postadresse:
Postboks 0059
4001 STAVANGER
Tlf. 51 56 87 00

Kontoradresse:
Statens Hus
Lagårdsveien 78
4010 STAVANGER

<i>Forfatter(e): Kjersti Myhre</i>	<i>Rapportnr.: 1 - 2002</i>
	<i>Dato: Januar 2002</i>
<i>Prosjektansvarlig(e): Marit Sundsvik Bendixen</i>	<i>Faggruppe: Forurensning</i>
	<i>Geografisk område: Stavanger</i>
<i>Emneord: Stavanger havn, sedimenter, forurensning, miljøgifter, tiltak, opprydning, kostholdsrad, tilstand.</i>	<i>Antall sider: 42</i>
	<i>ISSN-nummer: 0802-8427</i>
<i>Finansieringskilde: SFT, Stavanger Interkommunale Havnevesen, Stavanger kommune, Forsvarets Bygningstjeneste, Høgskolen i Stavanger, Kværner Oil & Gas AS, Norsk Metallretur AS.</i>	<i>Arkivnummer: 461.51</i>
<i>Sammendrag:</i> Bakgrunnen for rapporten er varsel fra SFT om pålegg å gjennomføre nødvendige miljøtiltak for å redusere / stanse spredning av forurensede sedimenter i 11 havner i Norge, deriblant Stavanger. I første omgang kreves fremlagt en plan for hvilke tiltak som tenkes iverksatt. Det ble satt ned en arbeidsgruppe for å utarbeide tiltaksplanen. Arbeidsgruppen har bestått av Stavanger Interkommunale Havnevesen, Stavanger kommune, Forsvarets Bygningstjeneste, Høgskolen i Stavanger, Kværner Oil & Gas, Norsk Metallretur AS og Fylkesmannen i Rogaland. Stavanger havn har i lange tider vært belastet med mye trafikk, havna har vært fylt ut med masser fra byjorda og har dessuten vært et senter for mange typer industri, bl. a. båtindustri, fiskeindustri og oljeindustri. Dette har gjort at sedimentene er kraftig forurenset med miljøgifter. Forurensningen består i miljøgiftene PAH og PCB, samt høye verdier av tungmetaller. disse stoffene har virkning på både dyr og mennesker. I dette prosjektet ble Stavanger oppdelt i 12 soner, hvor 6 ble videre vurdert. Ut fra en vurdering hvor det er tatt hensyn til konsentrasjonen av miljøgiftene, kostnadene med å rydde opp og den miljømessige gevinsten (spesielt i Byfjorden), er det satt opp en prioritert liste over områder som bør ryddes opp. Det er ikke tatt opp ansvar for forurensning i denne rapporten. Prosjektgruppen og Fylkesmannen i Rogaland vil ikke fordele det økonomiske ansvaret på enkeltbedrifter. Vi vil vente med slike forhold til det er avklart hvilke tiltak som skal iverksettes og eventuelt når dette skal skje.	

TITTEL:

Miljørapport nr 1 - 2002

Tiltaksplan for opprydning av forurensede sedimenter i Stavanger Havn

Forord

Rapporten er et resultat av varsel om pålegg til å gjennomføre nødvendige miljøtiltak for å redusere/stanse spredning av forurensede sedimenter i 11 norske havner, deriblant Stavanger havn.

Som følge av varselet ble det satt ned en prosjektgruppe for å kartlegge tilstanden til de forurensede sedimentene i Stavanger havn. Prosjektgruppen har bestått av representanter fra Stavanger Interkommunale Havn, Stavanger kommune, Forsvarets Bygningstjeneste, Høgskolen i Stavanger, Kværner Oil & Gas AS, Norsk Metallretur AS og Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen.

I rapporten er det satt opp en prioritert liste over områder i Stavanger der det bør igangsettes opprydningstiltak. Til grunn for prioriteringene som er gjort, ligger retningslinjer fra SFT om mengde forurensning i sedimentene. Dessuten er det vurdert kostnadseffektivitet i forhold til hvilken gevinst som oppnås i miljøet.

Det presiseres at rapporten ikke er omfattende nok til å sette i gang tiltak umiddelbart. Det er klart for prosjektgruppen at det må gjennomføres ytterligere undersøkelser både på land, for å avklare aktive kilder, og i sjø for å avgrense områder som eventuelt skal rydde opp.

Rapporten oversendes SFT, som videre vil vurdere å pålegge eventuelle tiltak. Når det gjelder økonomiske ansvarsforhold i eventuelle opprydningsprosesser, må dette avklares seinere.

Fylkesmannen antar SFT vil ta initiativet i denne forbindelse. Myndigheten til å sette krav til rensing i utslippstillatelser er delegert Fylkesmannen.

Rapporten vil være tilgjengelig i elektronisk form hos Fylkesmannen i Rogaland, miljøvernavdelingen. Eventuelle spørsmål kan også rettes hit.

Odd Kjos-Hanssen
fylkesmiljøvern sjef

1. Innledning.....	3
1.1. Bakgrunn og målsetning med arbeidet.....	3
1.2. Arbeidsgruppens målsetning:.....	3
2. Beskrivelse av området.....	4
2.1. Kort om Stavanger Havn.....	4
2.2. Oppdeling i soner.....	4
2.3. Klassifisering av forurensning.....	6
3. Problemområder og ambisjonsnivå.....	7
3.1. Vurdering av lokaliteter.....	7
3.2. Valgte lokaliteter hvor nærmere tiltaksvurdering blir gjort.....	8
3.3. Ambisjonsnivåer for Stavanger Havn.....	9
4. Tiltaksmuligheter.....	10
4.1. Tildekking.....	10
Beskrivelse.....	10
Forarbeid.....	10
Etterarbeid.....	10
Kostnadsfaktorer.....	11
Tidligere prosjekt i Norge.....	11
4.2. Mudring og deponering.....	11
Beskrivelse.....	11
Forarbeid.....	11
Etterarbeid.....	11
Kostnadsfaktorer.....	12
Tidligere prosjekt i Norge.....	12
5. Vurdering av problemområdene.....	13
5.1. Indre del av Byfjorden.....	13
5.1.1. Aktive kilder.....	13
5.1.2. Mengde.....	13
5.1.3. Spredningsfare.....	14
5.1.4. Miljøgevinst og kostnader.....	14
5.2. Bangarvågen.....	16
5.2.1. Aktive kilder.....	16
5.2.2. Mengde.....	16
5.2.3. Spredningsfare.....	17
5.2.4. Miljøgevinst og kostnader.....	17
5.3. Vågen og området nord til Buøy.....	18
5.3.1. Aktive kilder.....	18
5.3.2. Mengde.....	19
5.3.3. Spredningsfare.....	19
5.3.4. Miljøgevinst – kost/nytte effekt.....	19
5.4. Galeivågen med Jadarholmen.....	21
5.4.1. Aktive kilder.....	21
5.4.2. Mengde.....	22
5.4.3. Spredningsfare.....	22
5.4.4. Miljøgevinst og kostnader.....	22
5.5. Området øst for Vågen/Østre bydel.....	24
5.5.1. Aktive kilder.....	24
5.5.2. Mengde.....	25
5.5.3. Spredningsfare.....	25
5.5.4. Miljøgevinst og kostnader.....	25

5.6. Hillevågsvannet	27
5.6.1. Aktive kilder	28
5.6.2. Mengde	28
5.6.3. Spredningsfare	29
5.6.4. Miljøgevinst og kostnader	29
6. Ansvarsforhold	30
7. Konklusjon/anbefalte prioriteringer.	31
Prosjektgruppens anbefalte prioritering.....	31
8. Referanser	33
VEDLEGG 1	34
VEDLEGG 2	41

1. Innledning.

1.1. Bakgrunn og målsetning med arbeidet.

Bakgrunn for prosjektet er et varsel fra SFT om pålegg til å gjennomføre nødvendige miljøtiltak for å redusere/stanse spredning av forurensede sedimenter i 11 havner i Norge, deriblant Stavanger. I første omgang krevdes fremlagt en plan for hvilke tiltak som tenkes iverksatt. Det ble satt ned en arbeidsgruppe for å utarbeide tiltaksplanen for opprydning i forurensede sedimenter i havneområdet rundt Stavanger.

Arbeidsgruppen har bestått av Stavanger Interkommunale Havn IKS, Stavanger kommune, Forsvarets Bygningstjeneste, Høgskolen i Stavanger, Kværner Oil & Gas AS, Norsk Metallretur Stavanger AS og Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen. Sistnevnte fungerer også som prosjektledelse og koordinator for prosjektarbeidet.

1.2. Arbeidsgruppens målsetning:

Arbeidsgruppens målsetning har vært:

- historisk gjennomgang av hvilken industri som har hatt potensiale til forurensning
- sammenfatte eksisterende resultater fra tidligere undersøkelser av sedimenter
- lage en plan for videre prøvetaking
- definere problemområder på grunnlag av resultatene fra første prøvetaking
- gå inn med et mer nøyaktig måleprogram
- vurdere tiltak i fjordområdet i Stavanger havn.

De tre første punktene av målsetningen ble sammenfattet i en rapport (Moen 2001), som ble fremlagt for arbeidsgruppen september 2001. Rapporten omfatter en historisk gjennomgang av hvilken industri som har hatt potensiale til forurensning. Den sammenfatter også eksisterende resultater fra tidligere undersøkelser av sedimenter, og omfatter en del utfyllende data innsamlet til utarbeidelse av denne rapporten.

Dette dokumentet konsentrerer seg om å vurdere problemområder, spredningspotensiale, kilder, tiltak, kost/nytte effekt og ansvarsforhold. Rapporten omhandler kun problemer som angår sedimentforurensning og overføring av denne forurensningen til vannfasen og organismer.

2. Beskrivelse av området

2.1. Kort om Stavanger Havn

Stavanger havn, og nærliggende områder, har i lange tider vært belastet med mye trafikk. Stavanger har vært et senter for mange typer industri opp gjennom tidene, som f.eks hermetikkindustri og sildeindustri. Nå bærer byen kraftig preg av oljeindustrien, og dette setter også sitt preg på Stavanger havn.

Stavanger havn ligger på østsiden av Jærhalvøyas nordlige del. Den har innseiling fra nord for langtransport. Ellers er det mye trafikk fra Ryfylke i øst, og også fra Sandnes i sør. Det er i hovedtrekk gode strømforhold i området, men inne i vikene og havner reduseres strømmen til det minimale.

2.2. Oppdeling i soner

Flere sedimentundersøkelser er gjort i området de siste årene. Resultatene fra disse er samlet i ”Undersøkelse av forurensingen av sedimentene i Stavanger Interkommunale Havn” (Moen 2001). I rapporten er Stavanger Interkommunale Havn delt opp i områder. I tillegg er det gjort nye undersøkelser i forbindelse med dette prosjektet. Nøyaktige koordinater til prøvetakingspunktene er oppgitt i tabellform i vedlegg 2. Områdene som videre vil bli omtalt i denne rapporten er(se fig 1)

- 1) Risavika
- 2) Hafrsfjord
- 3) Byfjorden og Håsteinsfjorden
- 4) Bangarvågen
- 5) Indre del av Byfjorden
- 6) Vågen og området nord til Buøy
- 7) Galeivågen med Jadarholmen
- 8) Området øst for Vågen/Østre bydel
- 9) Lervig
- 10) Breivik til Hillevågneset
- 11) Hillevågsvannet
- 12) Gandsfjorden

Prosjektområde

21.12.2001



Fig 1: Kart over Stavanger med Risavika og Hafrsfjord.

2.3. Klassifisering av forurensning

Tilstandsklassifiseringen som blir gjengitt i denne rapporten følger SFT sin klassifisering som er i gitt i veiledning 97:03. Klassene og konsentrasjonsområdene for metaller og organiske miljøgifter i sedimenter er gitt i tabell 1.

Tabell 1. Klassifisering av forurensning i sedimenter (fra SFT veiledning 97:03).

		Tilstandsklasser				
		I Ubetydelig - Lite forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset
Metaller m.m. i sedimenter (tørrvekt)	Arsen (mg As/kg)	<20	20-80	80-400	400-1000	>1000
	Bly (mg Pb/kg)	<30	30-120	120-600	600-1500	>1500
	Fluorid (mg F/kg)	<800	800-3000	3000-8000	8000-20000	>20000
	Kadmium (mg Cd/kg)	>0,25	0,25-1	1-5	5-10	>10
	Kobber (mg Cu/kg)	<35	35-150	150-700	700-1500	>1500
	Krom (mg Cr/kg)	<70	70-300	300-1500	1500-5000	>5000
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,15	0,15-0,6	0,6-3	3-5	>5
	Nikkel (mg Ni/kg)	<30	30-130	130-600	600-1500	>1500
	Sink (mg Zn/kg)	<150	150-700	700-3000	3000-10000	>10000
	Sølv (mg Ag/kg)	>0,3	0,3-1,3	1,3-5	5-10	>10
	TBT (µg/kg)	<1	1-5	5-20	20-100	>100
Organiske miljøgifter i sedimenter (tørrvekt)	ΣPAH (µg/kg)	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
	B(a)P (µg/kg)	<10	10-50	50-200	200-500	>500
	HCB (µg/kg)	<0,5	0,5-2,5	2,5-10	10-50	>50
	ΣPCB ₇ (µg/kg)	<5	5-25	25-100	100-300	>300
	EPOCI (µg/kg)	<100	100-500	500-2000	2000-15000	>15000
	TE _{PCDF/D} (ng/kg)	<0,01	0,01-0,03	0,03-0,10	0,10-0,50	>0,50
	ΣDDT (µg/kg)	<0,5	0,5-2,5	2,5-10	10-50	>50

For sedimentenes innhold av organisk karbon gjelder andre tilstandsklasser. De verdier som er angitt i tabell 2 skal være korrigert for sedimentenes innhold av finstoff (partikler mindre enn 63 µm). Karbonverdier som ikke er korrigert kan ikke brukes i klassifiseringen. Siden mange av sedimentprøvene er angitt uten finstoffandel, er ikke organisk karbon klassifisert. Det er kun testresultatene som er angitt.

Tabell 2. Klassifisering av sedimentenes innhold av organisk karbon.

		Tilstandsklasser				
Parameter		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Sediment	Organisk karbon	<20	20-27	27-34	34-41	>41

For klassifiseringen skal konsentrasjonen av TOC (totalt organisk karbon) i sedimentet standardiseres for teoretisk 100% finstoff med formelen:

Normalisert TOC = målt TOC + 18 x (1-F). Hvor F er andel finstoff.

Klassifiseringssystemet krever derfor at prøvens innhold av finstoff må analyseres.

3. Problemområder og ambisjonsnivå

Nedenfor gis en kort sammenstilling av vurderingen for tiltak for hver lokalitet i Stavangerområdet.

Områder nevnt i avsnitt 2.2. vurderes kort i tabell 3. Områder med konklusjonen: *Nærmere vurdering utføres*, omtales videre i rapporten. De resterende områdene får ingen videre omtale. Resultatene av alle målingene finnes i sin helhet i rapporten ” Undersøkelse av forurensningen av sedimentene i Stavanger Interkommunale Havn”, av Moen (2001).

3.1. Vurdering av lokaliteter

Tabell 3. Kort vurdering av områdene rundt Stavanger

Nr	Lokalitet	Vurdering av behov
1	Risavika	Det er gjort undersøkelser i området flere ganger. Resultatene viser en forbedring med tiden. Målinger tatt i 2000 gir resultater i sedimentene stort sett i tilstandsklasse I og II. En stasjon viser tilstandsklasse III på kvikksølv. Konklusjon: Ingen tiltak nå
2	Hafrsfjord	Hafrsfjord er et fjordbasseng med grunn terskel og trangt innløp. Sedimentprøvene viser tilstandsklasse I og II, med unntak av benzo(a)pyren (kl III) og TOC ₆₃ (kl V). Konklusjon: Ingen tiltak nå
3	Byfjorden/Håsteinsfjorden	Det er dype fjordområder med god strøm. Utslipp fra interkommunalt avløp finnes her. Målinger foretatt i 1993 og 1995 gir stort sett tilstandsklasse I og II. Konklusjon: Ingen tiltak nå.
4	Indre del av Byfjorden	Området dekker blant annet Dusavik, hvor det finnes en del industri i dag. Prøver tatt i 1993 og 1995 gir tilstandsklasse I-III for PCB og PAH i området rundt Dusavik. Målinger gjort i 2001 gir tilstandsklasse III for PCB og klasse V for PAH i tilsvarende område. Dessuten ligger Hg i tilstandsklasse III for målingene gjort i 2001. Hg lå i tilstandsklasse I i 1993 og 1995. Dette indikerer aktive kilder fra industrien i dag. Konklusjon: Nærmere tiltaksvurdering utføres (kap. 5.1.)
5	Bangarvågen	Det er flere mulige kilder til forurensning i dette området. Bl. a. Forsvaret, Kværner Oil & Gas (tidl. Rosenberg Verft). Gamle og nye sedimentprøver viser tilstandsklasse III – V på flere stoffer på mange stasjoner i dette området. Konklusjon: Nærmere tiltaksvurdering utføres (kap 5.2.)
6	Vågen og området nord til Buøy	Området var tidligere belastet med en del industri. Det har også mange anløp av store båter (cruiseskip og industritrafikk). Undersøkelser foretatt i 2001 viser tilstandsklasse III – V på mange stasjoner for PCB, PAH og mange tungmetaller. Konklusjon: Nærmere tiltaksvurdering utføres (kap 5.3.)
7	Galeivågen med Jadarholmen	Det er gjort undersøkelser i Galeivågen i 1995 og 2001. Prøvene gir tilstandsklasse III - V for flere stoffer på flere stasjoner. Konklusjon: Nærmere tiltaksvurdering utføres (kap 5.4.)

8	Området øst for Vågen/Østre bydel	Det er tatt mange prøver de siste årene i dette området. Området er sterkt trafikkert av ferjer. Det har også vært en del industri i området tidligere. De fleste prøvene gir tilstandsklasse III - V for PCB og PAH. Dessuten ligger TBT i klasse V der det er foretatt målinger. For stoffene Cd, Hg og Pb er det noen få stasjoner som kommer over tilstandsklasse III. Konklusjon: Nærmere tiltaksvurdering utføres (kap 5.5.)
9	Lervig	Lervig ligger i østre bydel. Området ble tidlig tatt i bruk som industriområde. Nå er området dominert av lite-forurensende industri. Det er gjort store utfyllinger i de siste årene, med godt resultat. Tilstanden er generelt god i dette området, med unntak av en stasjon hvor PAH og tungmetaller er i tilstandsklasse III, mens PCB er i tilstandsklasse V. Konklusjon: Ingen tiltak nå.
10	Breivik til Hillevågneset	I dette området er det ikke foretatt noen sedimentanalyser. Området er lite belastet med industri, og domineres av friareal og boliger. En eventuell forurensing her vil antageligvis være et resultat av spredning fra andre lokaliteter. Konklusjon: Ingen tiltak nå.
11	Hillevågsvannet	Analyser av sedimenter inne i Hillevågsvannet viser tilstandsklasse III - IV på mange stasjoner. Tungmetaller slår for det meste ut i tilstandsklasse III. PAH og PCB ligger i tilstandsklasse IV. Det er målt TBT-nivå på to stasjoner og disse har tilstandsklasse V. Konklusjon: Nærmere tiltaksvurdering utføres (kap 5.6.)
12	Gandsfjorden	Gandsfjorden strekker seg fra Stavanger til Sandnes. Det ligger en god del industri på vestsiden av fjorden. Selv om dette er et industribelastet område, viser sedimentprøvene en forholdsvis god tilstand. Unntak er en stasjon med PCB i tilstandsklasse III og en annen med Pb i tilstandsklasse III. Konklusjon: Ingen tiltak nå.

3.2. Valgte lokaliteter hvor nærmere tiltaksvurdering blir gjort.

Ut fra vurderingen i kapittel 3.1., utføres en nærmere tiltaksvurdering i kapittel 5 for følgende lokaliteter:

- 5.1. Indre del av Byfjorden
- 5.2. Bangarvågen
- 5.3. Vågen og området nord til Buøy
- 5.4. Galeivågen med Jadarholmen
- 5.5. Området øst for Vågen/Østre bydel
- 5.6. Hillevågsvannet

3.3. Ambisjonsnivåer for Stavanger Havn

Nivå 0: Det foretas ikke noen tiltak i de forurensede sedimentene i Stavanger Havn. Forbedring av miljøtilstanden i sedimentene vil være avhengig av at det foregår en tildekking av sedimentene som følge av sedimentasjon. Forbedringen forutsetter reduserte utslipp og redusert oppvirvling fra aktive kilder.

Nivå 1: De mest belastede (forurensede) områdene skal forbedres slik at ny spredning av miljøgifter til andre områder ikke forekommer. De tiltakene som iverksettes skal medføre at det på sikt er mulig å oppheve kostholdsrådene i alle områdene.

Ambisjonsnivå 1 medfører at brukerinteresser i den alt overveiende del av fjorden, det ytre området, skal ivaretas. Også dette ambisjonsnivået vil mange steder kunne innebære betydelige tiltak, jf. blant annet at det i dag er store områder med kostholdsråd som strekker seg langt utover et indre havn/byområde. Samtidig vil dette kanskje representere et minimum av hva mange vil forvente for å sikre viktige brukerinteresser.

Nivå 2: Kostholdsråd i området skal kunne oppheves innen 10 år etter tiltak er gjennomført. Når alle tiltak er gjennomført vil alle kostholdsråd kunne oppheves.

Ambisjonsnivå 2 forutsetter også betydelig satsing nasjonalt. For å få til dette på nasjonal basis kreves omfattende miljøforbedring i forhold til dagens situasjon, blant annet med sikte på oppheving av kostholdsråd. Hvorvidt dette vil være ambisiøst å få til for den enkelte fjord vil variere betydelig.

Nivå 3: Når tiltak er gjennomført skal tilstanden i Stavanger Havn forbedres slik at miljøgifter i fjorden ikke har noen økologisk effekter på organismer (fisk, skalldyr, alger, mm.).

Ambisjonsnivå 3 tar utgangspunkt i den ideelle og strategiske målsetningen om bl.a. å unngå skader på naturens evne til produksjon og selvfornyelse. Mangelfulle kunnskaper om hvilke skadevirkninger som vil kunne inntreffe på lang sikt, kombinert med de aktuelle stoffenes alvorlige egenskaper, tilsier i tråd med føre var og strategisk mål at konsentrasjonen av miljøgifter i bunnsedimenter og vannmasser bør bringes ned mot bakgrunnsnivå. Ved bedre kunnskaper om miljøgiftenes tilgjengelighet og virkning, både enkeltvis og i kombinasjon med andre stoffer og miljøfaktorer, vil vurderingene for risiko for skadeeffekter kunne gjøres mer presis og tiltak blir dermed mindre omfattende.

Ambisjonsnivå 3 er det mest ambisiøse og vil kreve størst innsats både praktisk og økonomisk. Deretter er ambisjonsnivå 2 det nest mest ambisiøse fulgt av nivå 1 og 0.

Ambisjonsnivåene kan være vanskelige å definere, i og med at de ikke forteller noe om mengden sediment som det må gjennomføres tiltak på, for å oppnå ønsket resultat. Hvor omfattende tiltak mot tilførsler på land og mot sedimenter som er nødvendig å gjennomføre for ulike ambisjonsnivå vil variere fra lokalitet til lokalitet og må avklares i hvert enkelt tilfelle. Dette avklares ved å ta flere sedimentprøver. Det må også tas kjerneprøver for å finne ut hvor dypt forurensningen går. Da mengdene ikke er definert er det mulig at ambisjonsnivå må endres etter kjerneprøver er tatt. I prinsippet skal alle aktive kilder stoppes før tiltak settes i gang. Dette kan forhåpentligvis gjennomføres, men det er mulig noen skjulte kilder fremdeles finnes.

4. Tiltaksmuligheter

Det finnes i dag en rekke oppryddingsmetoder for forurensede sedimenter. De viktigste er:

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1) Tildekking | 9) Strandkantdeponi (avansert) |
| 2) Stabilisering | 10) Avvanning |
| 3) Nedbrytning | 11) Separering |
| 4) Sugemudring | 12) Biologisk behandling |
| 5) Grabbmudring | 13) Deponering på land |
| 6) Dypvannsdeponi | 14) Termisk behandling |
| 7) Deponering med overdekking | |
| 8) Strandkantdeponi (enkelt) | |

Oppryddingsmetoder som er aktuelle for Stavanger Havn er omtalt i de neste avsnittene.

4.1. Tildekking

Beskrivelse

Alternativ 1

Filterduk legges på sedimentene uten bruk av dekkmasse. Filterduken beskytter da sedimentene og dekkes etter hvert av naturlig sedimentasjon.

Alternativ 2

De forurensede sedimentene tildekkes med rene masser slik at miljøgifter ikke er tilgjengelige for marine organismer. Materialer som brukes i tildekkingen er normalt sand, men silt eller fin grus kan også brukes. Dekklaget har en tykkelse på 30-50 cm.

Alternativ 3

Det legges en filterduk over sedimentene først for at ikke de rene massene skal synke ned i sedimentene. Tildekking med filterduk er kostbart på store dyp.

Alternativ 4

Dersom det er stor risiko for at dekkmassen ikke blir liggende stabilt kan det brukes betongduker. Dette er duker som er fylt med betong. Disse legges direkte på sedimentene. Tildekking med betong er brukt i Hortenskanalen.

Forarbeid

Bunnen må ryddes for gjenstander som hindrer en jevn tildekking.

Etterarbeid

Tiltaket er i prinsippet avsluttet når tildekkingen er ferdig. Det kan imidlertid være fare for oppvirvling under tildekkingen. Det kan derfor være behov for et siltgardin under arbeidet for å hindre spredning av sediment. Siltgardinet plasseres vertikalt i vannet og skal fange opp partikler som spres.

Kostnadsfaktorer

Viktige kostnadsfaktorer for denne oppryddingsmetoden er areal, dyp, avstand fra land, bunntopografi og sedimenttype.

Tidligere prosjekt i Norge

Alternativ 1

Kostnaden for denne metoden er ikke kjent. En antatt pris for Filterduken vil ligge på ca 50 kr/m². I tillegg kommer planlegging og utlegging på ca 25 kr/m². Det betyr at totalkostnaden neppe kommer over 75 kr/m².

Alternativ 2

Hannevika i Kristiansand er budsjettert men ikke gjennomført. 250 000 m² skal tildekkes med siltig sand, med en tykkelse på 50 cm. Dette gir en total mengde på 125 000 m³ sand. Prisen vil da bli omtrent 25 millioner kr, dvs 100 kr/m².

Alternativ 3

I Odda ble 100 000 m² forurensede sedimenter tildekket. Tildekkingen besto i en geotekstil med 30 cm sand oppå. Maksimal dybde var 10 m. Tiltaket kostet 36 millioner kroner, dvs 360 kr/m². Resultatet var stor reduksjon i lekkasje og spredning av tungmetaller fra sedimentene.

Alternativ 4

I Hortenskanalen (ble det lagt ut betongduker på ca 2 m dyp. Det ble lagt ut i overkant av 10 000 m². De totale kostnadene kom på ca. 3,5 millioner kroner, dvs 350 kr/m².

4.2. Mudring og deponering

Beskrivelse

De forurensede sedimentene fjernes fra bunnen ved mudring. For forurensede sedimenter er det mest aktuelt med sugemudring. Grabbmudring kan også brukes, men dette gir høyst sannsynlig mer oppvirvling. Med grabbmudring er det også vanskelig å fjerne tynnere lag enn 20-30 cm.

Sedimentene som er tatt opp pumpes i ledning til land eller legges på lekter som frakter massene til land. Det bør utføres avvanning for å få fjernet tyngde. Dette kan utføres direkte på mudringsfartøyet, på lekteren eller på land.

Forarbeid.

Ved sugemudring bør bunnen renses for gjenstander som kan forstyrre mudringen. Ved grabbmudring fjernes gjenstandene samtidig med sedimentene. Grabbmudring fører ofte til mye oppvirvling og man bør derfor bruke siltgardin. Et siltgardin plasseres vertikalt i vannet og fanger opp partikler som spres.

Etterarbeid

Det kreves at man har et sted å deponere muddermassene. Massene som deponeres bør være avvannet. Det er vanlig med vanninnhold i mudringsmassene på 85-90% (EPA; 1994). Avvanningsmetode velges etter substansen i muddret. Et alternativ til deponering av massene er rensing av sedimentene.

Kostnadsfaktorer

Viktige kostnadsfaktorer for denne oppryddingmetoden er areal, tykkelse på forurenset sediment, dyp, avstand fra land, bunntopografi og sedimenttype. Dersom de forurensete massene skal renses vil kostnadene øke vesentlig.

Tidligere prosjekt i Norge

Haakonsværn Orlogsstasjon har et stort mudringsprosjekt gående. Her pågår for tiden mudring av ca 400 000 m² sedimenter som er forurenset med bl.a. PCB, PAH og tungmetaller. Sedimentene som skal tas opp utgjør et antatt volum på 80 000 m³. Maksimalt mudredyp er 60 m. Sedimentene pumpes opp til et strandkantdeponi med damfilter. filteret skal slippe gjennom vann men ikke forurensning. Tiltaket er budsjettert til ca 130 millioner kroner. Dette gir en kostnad på ca 325 kr/m².4.

5. Vurdering av problemområdene

5.1. Indre del av Byfjorden

Området dekker Byfjorden fra Dusavik i nord og sørover til en linje trukket mellom Kalhammaren og Kværner sin sørlige kai (se fig 2 med stasjonsplassering). Bangarvågen innenfor Kværner er definert som eget område. Byfjorden brukes i stor grad av befolkningen til fiske og fritid. Store deler av skipstrafikken til Stavanger havn passerer dette området. Dusavik er et industriområde med kaianlegg for supplybåter til Nordsjøen. I Kalhammarvika ligger GMC skipsverft med tilhørende kaianlegg.

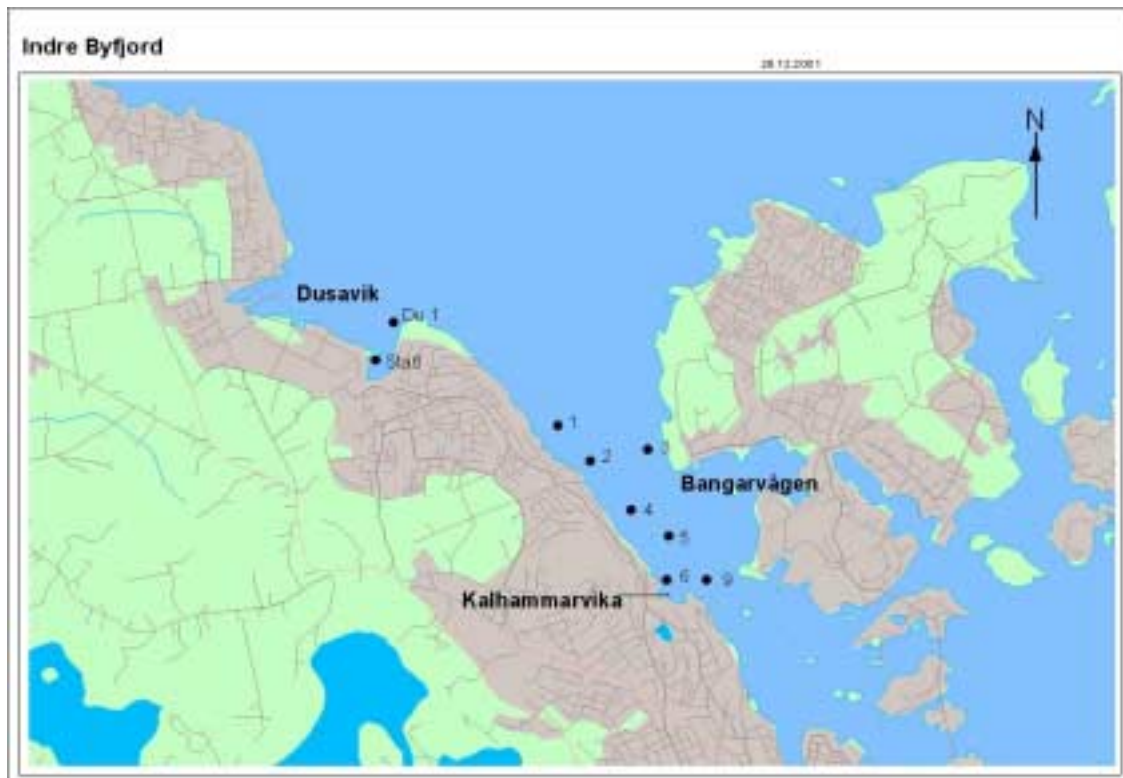


Fig 2. Oversikt over stasjonsplassering i indre del av Byfjorden. Måling av stasjonene St1(95), Sta 6 og Du 1 er foretatt i 1993 og 1995. Måling av stasjonene 1-6 og 9 er foretatt i 2001.

5.1.1. Aktive kilder

Det er fremdeles stor aktivitet i Dusavik. Det er ikke gjort noen spesifikke undersøkelser, men det finnes muligheter for punktutslipp i området på grunn av stor industriaktivitet. Det er ingen kjente utslipp eller grunnforurensninger.

For området utenom Dusavik er det ingen spesiell aktivitet som skulle tilsi aktive kilder.

5.1.2. Mengde

Stasjonene St1(95), Sta 6 og Du1 er lokalisert inne i Dusavik (fig 2). Målingene er foretatt i 1993 og 1995. Resultatene fra disse stasjonene (se vedlegg 1, tabell A) viser noe forhøyede verdier for PAH og PCB, men verdiene ligger i tilstandsklassene I – III.

Stasjonene 1-6 og 9 er målt i 2001. Disse er lokalisert lenger sør enn Dusavik. Fire av disse stasjonene er plassert like utenfor Bangarvågen (fig 2), noe som betyr at høye verdier kan stamme fra virksomhetene i Bangarvågen. Målingene viser meget sterk forurensning av PAH

på 5 stasjoner. For PCB er tilstanden noe bedre med verdier i klasse II og III. Målinger av tungmetaller gir klasse I og II for alle stasjonene 1-6 og 9.

Det er ikke mulig å si noe om volumet av forurensede sedimenter uten at det blir tatt kjerneprøver.

5.1.3. Spredningsfare

I Dusavik har strømmålinger vist virveldannelse. Det er hovedsakelig store båter som anløper her. Ettersom disse båtene bruker kraftige propeller, er det grunn til å anta stor oppvirvling. Størrelsen på båtene i Dusavik tilsier oppvirvling. Oppvirvlingen fører til utgravning av massene langs kaiene noe det er rapportert om ved kaien i Dusavik. Spredning fra Dusavik vil forekomme dersom partiklene kommer ut i Byfjordsystemet. Dusavik er et sterkt trafikkert område, med mye propellaktivitet som kan føre til spredning. Spredningen er sannsynligvis nokså sterk fra Dusavik på grunn av oppvirvlingen. Dusavik inneholder imidlertid ikke så høye konsentrasjoner av miljøgifter.

Trafikken til og fra Stavanger går i hovedsak over stasjonene 1-6 og 9. Strømmålinger fra 1977 ved stasjonene 1-6 og 9, viser god gjennomstrømning ved 5 m dyp mellom Ulsnes og Tasta. Ved dette dypet er det sterk dominans av strøm ut fjorden i perioden april - juni. Ved 15 m dyp var det en større veksling i strømrretningen. Utslipp innlagret over 15 m dyp vil vanligvis ikke bli akkumulert i resipienten. Utslipp lenger ned i vannmassene har mye lavere transporthastighet, og vil sannsynligvis bli akkumulert i resipienten nær utslippsstedet. Dette skulle tilsi at forurensning som kommer ut i overflatelaget i Byfjorden kan bli spredd over store områder, mens dype utslipp vil legge seg på lokaliteten. Spredning fra lokalitetene 1-6 og 9 er meget sannsynlig da disse er lokalisert midt i Byfjorden, hvor strømmen er sterkest.

5.1.4. Miljøgevinst og kostnader

Området som kalles Indre Byfjorden i denne rapporten har et stort areal. Vi anser det som urealistisk å bruke opprydningsmetodene omtalt i kapittel 4. For å oppnå en forbedring i situasjonen i Byfjorden, anser vi det som viktigere å hindre spredning til systemet fra for eksempel steder som Bangarvågen og Vågen. Derfor vil vi konkludere med at det ikke settes i gang noen tiltak i Indre Byfjord uten at opprydningsmetodene forbedres og gjøres billigere.

Dusavika er også en av de mulige spredningskildene til Byfjorden. Dette området er mye mindre i areal og det vil derfor være mulig å igangsette opprydning her.

Det er ønskelig at man minst oppnår ambisjonsnivå 1 i Dusavika. Det vil medføre tiltak som forhindrer spredning av miljøgifter til andre områder. På sikt er målsetningen å oppnå ambisjonsnivå 2 i Byfjorden. Det vil medføre stopp i tilførsel av miljøgifter slik at alle kostholdsråd kan oppheves innen 10 år.

En grov kostnadsversikt for tiltak i Dusavik er satt opp under.

Areal som ligger grunnere enn 40 m utgjør ca 400 000 m² i Dusavik. Bunntopografien ser ut til å være flat og eventuell tildekking vil ikke hindre båttrafikk på grunn av manglende dyp. Det gir kostnader som følger

- Tildekking: (se priser nevnt i avsnitt 4.1.)
 - med sand vil komme på 40 millioner kroner
 - med duk og sand vil komme på 144 millioner kroner

- Mudring og deponering:

Det er ikke tatt noen kjerneprøver i dette området. Det er derfor ikke mulig å estimere volumet av forurensede sedimenter. Pris på 325 kr/m² nevnt i avsnitt 4.2. baserer seg på fjerning av 20 cm sedimenter.

- mudring av 400 000 m² gir en pris på 130 millioner kroner.

På grunn av høye kostander er det svært viktig å avgrense området nærmere. Dette gjøres ved kjerneprøver og flere prøvepunkt.

5.2. Bangarvågen

Bangarvågen (fig 3) er åpen mot vest med største dyp vest for Ulsnesgrunnen. Vågen blir kraftig innsnevret ved Tømmerodden og Kuholmen før den igjen vider seg ut. Bangarvågen er omgitt av boligområder og forsvarets base ved Ulsnes i nord. Kværner Oil & Gas dominerer i sør. Dette verftsområdet på Buøy (i dag Kværner) ble bygget opp frem mot og under 1. verdenskrig. I perioden 1956 til 1970 var det også en kommunal fyllplass på land i Bangarvågen (NGU-rapport, 1989).



Figur 3. Oversikt over stasjonsplassering i Bangarvågen. Stasjoner med kun tallbetegnelse er målt i 2001. Kv 1-3 er målt i 1999. Sta 2 og Ba1 er målt i 1995, mens Sta3 er målt i 1993.

5.2.1. Aktive kilder

Hovedvirksomhetene i Bangarvågen i dag er Kværner Oil & Gas og Forsvaret på Ulsnes. Det er ingen kommunale utslipp i Bangarvågen.

Området til Kværner Oil & Gas dekker omtrent halve Buøy. Virksomheten her er for det meste bygging av nye plattformer og seksjoner av disse. Kværner Oil & Gas har utslippstillatelse til sjø.

Forsvaret har sin virksomhet lokalisert nordvest for Bangarvågen, på Ulsnes. De har ingen utslippstillatelse.

5.2.2. Mengde

Det er ikke tatt kjerneprøver i Bangarvågen. Sedimentprøvene er fra 1993, 1995, 1998 og 2001 (se vedlegg 1, tabell B og C). Innholdet av PCB er analysert på alle 10 stasjonene i Bangarvågen (se fig 3 for stasjonsplassering). PCB på 9 av disse stasjonene ligger i klasse IV og V. PAH er analysert på 6 stasjoner (se vedlegg 1, tabell B og C) og på 4 stasjoner (KV2, KV3, Sta 2 og Sta3) ligger PAH mengden i klasse IV (de siste to i klasse III). For tungmetaller er situasjonen bedre, og prøvene viser at innholdet av de målte tungmetallene ligger i klasse I-III.

Det er rimelig å anta innholdet av miljøgifter i de dypere lagene i sedimentene er høye, i og med at Bangarvågen har vært belastet med industri over lengre tid.

5.2.3. Spredningsfare

På grunn av den vide åpningen kan en regne med god utskiftning ytterst i Bangarvågen, men man må anta at det er liten utskiftning inne. Om vinteren dannes det strømvirvler i området. Dette indikerer også dårlig utskiftning av vannmassene i den innerste delen av vågen. I en strømmåling fra 1977 ble gjennomstrømningen i området utenfor Bangarvågen betegnet som god.

Da det er en del store skip som anløper i og utenfor Bangarvågen er det grunn til å anta at det skjer oppvirvling av sedimentene i de grunne områdene nærmest land. Dersom partiklene kommer ut i ytre deler av Bangarvågen vil de spres videre til andre områder med strømmen.

Bangarvågen er som Dusavik, et sterkt trafikkert område, med mye propellaktivitet som kan føre til oppvirvling og dermed spredning. Bangarvågen inneholder høye konsentrasjoner av miljøgifter.

Spredning fra Bangarvågen er meget sannsynlig. Denne spredningen vil på lik linje med Dusavik være til Byfjorden som er et område mye brukt til fiske og fritid.

5.2.4. Miljøgevinst og kostnader

Bangarvågen i seg selv er ikke et område brukt til fiske og fritid, men er en potensiell kilde til spredning til Byfjorden på samme måten som Dusavik. På dette grunnlaget er det ønskelig å oppnå ambisjonsnivå 1 raskest mulig. På den måten kan man også oppnå ambisjonsnivå 2 for Byfjorden. Ambisjonsnivå 2 for Byfjorden vil medføre at alle kostholdsråd kan oppheves innen 10 år.

Kostnadene for tiltak som da må igangsettes er forsøkt beregnet under.

Bangarvågen utgjør et areal på ca 320 000 m². Maksimalt dyp her er grunnere enn 35 m. Det anses derfor som mulig å gjennomføre en opprydning i Bangarvågen. Opprydningsmetode bør bestemmes etter en nærmere avgrensning av området og det må dessuten foretas kjerneprøver i området for å fastslå volumet av de forurensede massene. Alternative måter å rydde opp på er nevnt under, sammen med et grovt kostnadsoverslag.

- Tildekking: (se priser nevnt i avsnitt 4.1.)
 - med sand vil komme på 32 millioner kroner
 - med duk og sand vil komme på omtrent 115 millioner kroner

- Mudring og deponering:

Da det ikke er tatt noen kjerneprøver i dette området, er det derfor ikke mulig å estimere volumet av forurensede sedimenter. Pris på 325 kr/m² nevnt i avsnitt 4.2. baserer seg på fjerning av 20 cm sedimenter.

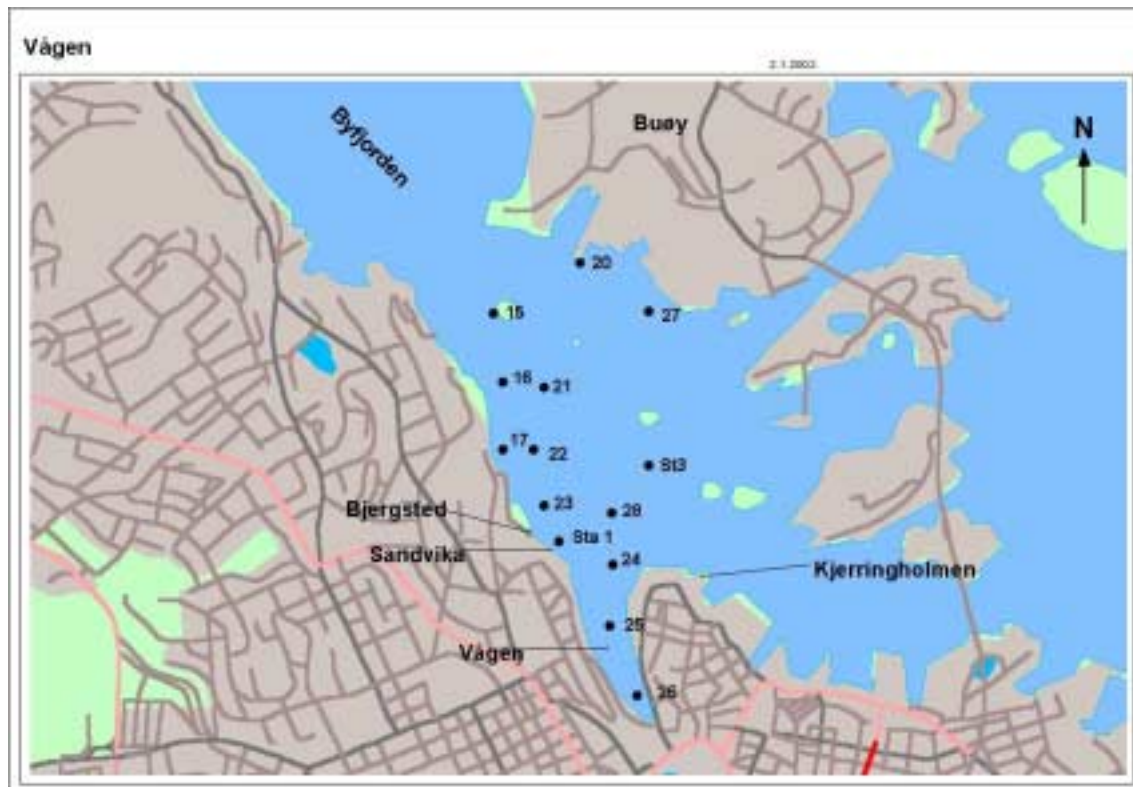
- mudring av 320 000 m² gir en pris på 104 millioner kroner.

På grunn av høye kostnader er det svært viktig å avgrense området nærmere. Dette gjøres ved kjerneprøver og flere prøvepunkt. Det presiseres også at dersom ikke aktive kilder stoppes i forkant av en eventuell opprydning, vil dette ikke ha noen hensikt. Det er da bare et tidsspørsmål før forurensningen er tilbake til dagens nivå.

5.3. Vågen og området nord til Buøy

Området avgrenses av en linje trukket mellom Buøy i øst og Dusavika i vest. I nord ligger Buøy, i sør Kjerringholmen.

Vågen er en del av Stavanger sentrum. Gjestehavnen er lokalisert her, og cruisebåter anløper. 2000 var et rekordår med hensyn på antall cruiseanløp (50 mot 28 i 1999). Ytterst i Vågen på vestsiden ligger utenriksterminalen med anløp av passasjerferje ca 210 ganger i året. På Vågens østside er det anløp av mange typer skip, fra mindre passasjerbåter til militære fartøy.



Figur 4. Oversikt over stasjonsplassering i Vågen og området nord til Buøy. Stasjonene med tallbetegnelse er målt i 2001, mens St 3 er fra 1995 og Sta 1 er fra 1993.

5.3.1. Aktive kilder

Ingen aktive forurensningskilder er kjent for myndighetene. Den eneste tilførsel av miljøgifter som kan forekomme, er tilsig fra gamle industritomter vest for Vågen. Det lå tidligere verft i Sandvika og på Rosenberg i Bjergsted. Ytterst i Vågen vest lå Kranen med lossing av blant annet kull. I bakken over Kranen lå gassverket. På gassverktomta ble grunnen sterkt forurenset. De forurensede massene ble senere brukt til utfylling av kaiene inne i Vågen. Under utfylling av Sandvika i 1976-78, ble det ikke gjort noe med bunnen. Det ble laget en cellespunkt kai som lukket massene inne. Sig fra disse massene kan i dag være en kilde til forurensning av ytre deler av Vågen.

I området nord til Buøy er det heller ingen kjente kilder, men her kan spredning fra Bangarvågen gjøre seg gjeldende.

5.3.2. Mengde

I 1977 foretok Norges Geologiske Undersøkelser (NGU) sedimentprøver av ulike områder i Stavanger. Forholdene i Vågen ble målt i et område som i det nye prøvesettet tilsvarer stasjon 25. Ut fra resultatene som er presentert i tabell 4 kan man si noe om endring i tid.

Tabell 4. Resultatene er gitt i ppm i 1977, som tilsvarer mg/kg oppgitt i 2001.

Stasjon 25	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
1977	5	93	275	20	37	707	1660
	IV	II	III	V	II	IV	III
2001	0,73	26,9	125	1,95	14,6	190	398
	II	I	II	III	I	III	II

Som tabellen viser har konsentrasjonen av tungmetaller i Vågen gått ned. Dette indikerer at kildene til forurensning høyst sannsynlig er stanset.

Situasjonen i dag er allikevel ikke tilfredsstillende. Tungmetallene ligger på de fleste stasjonene i tilstandsklassene I-III (se vedlegg 1, tabell D). PAH ligger i tilstandsklasse IV og V på 13 av 14 stasjoner. PCB ligger i klasse IV og V på 8 av 14 stasjoner. Disse stasjonene er jevnt fordelt over området og tilsier ingen spesifikk kilde.

Det er ikke tatt kjerneprøver i dette området. Der er derfor vanskelig å si noe om hvilke volum forurensede sedimenter som finnes her. Det er rimelig å anta at konsentrasjonene av miljøgifter er høye nedover i sedimentene også da det har vært industriell aktivitet i dette området over lang tid.

5.3.3. Spredningsfare

Vågen har på grunn av sin lukkede natur en dårlig vannutskiftning. Imidlertid vil det store antall skipsanløp føre til oppvirvling av sedimenter. Partiklene vil da komme i vannfasen, og kan i ytre deler av Vågen lett fanges opp av strømmer og spres. Spredningen kan blant annet føres ut til Byfjorden på lik linje med de to foregående områdene.

Vågen er et sterkt trafikkert område med mange anløp hvert år og i tillegg går en god del småbåter inn her. Vågen er av stor estetisk verdi for Stavanger da dette er et av de viktigste områdene for turistnæringen. Området er også preget av en god del fritidsaktivitet, spesielt om sommeren da Vågen trafikkeres av småbåter som skal inn til sentrum. Den indre delen av Vågen brukes ikke til fiske, men den ytre delen av området henger sammen med indre deler av Byfjorden og brukes som fiskeområder.

Spredning til Byfjorden fra dette området antas som meget sannsynlig.

5.3.4. Miljøgevinst – kost/nytte effekt

Vågen er som nevnt ikke i seg selv brukt til fiske, men er en potensiell kilde til spredning av miljøgifter til Byfjorden på samme måten som de foregående lokalitetene. Fiskekummene, Stavanger sitt fisketorg, henter også vann fra Vågen. På dette grunnlaget er det ønskelig å oppnå ambisjonsnivå 1 raskest mulig. På den måten kan man også oppnå ambisjonsnivå 2 for Byfjorden. Ambisjonsnivå 2 for Byfjorden vil medføre at alle kostholdsråd kan oppheves innen 10 år.

Det omtalte området utgjør et areal på 375 000 m². Maksimalt dyp i området er omtrent 55 m. Deler av området er lokalisert i strømmen som går mellom Buøy og fastlandet. Her vil det være vanskelig å gjennomføre en opprydning uten kraftig spredning til andre områder. Området innerst i Vågen og langs kaiene både på vest og østsiden er aktuelt å rense opp. Her må det gjøres ytterligere prøver for å kunne avgrense opprydningsområde og beregne volum av masse som bør fjernes/tildekkes. På grunn av usikkert areal og mengde er det lite hensiktsmessig å beregne samlede kostnader tilknyttet en opprydning.

Mulige tiltak som kan vurderes er:

- stoppe båtenes anløp i Vågen
- tildekking, som vil føre til foreløpig stopp av store båter i Vågen
- mudring

5.4. Galeivågen med Jadarholmen

Galeivågen ligger øst på Buøy (fig 5). Dette er en grunn våg med største dyp på 12 m i innseilingen. Ellers er dypet mellom 5 og 10 meter. Galeivågen er ca 1 km lang og 200 m bred. Ved innseilingen til Galeivågen ligger Jadarholmen.

På Jadarholmen ligger Norsk Metallretur Stavanger, et skipsopphoggingsfirma som kjøper og mottar skrapjern og metaller. Firmaet het tidligere Brødrene Anda AS, og har drevet på Jadarholmen i ca 100 år. Produksjonen hos Brødrene Anda har i alle år blitt skipet ut over kaien på Jadarholmens nordvestre side, mot Galeivågen. I dag har firmaet også en kai på nordøstsiden av Jadarholmen. Virksomheten ved utlasting over kai har gjennom årenes løp ført til at en del skrap har havnet i sjøen. I tillegg til dette skrapet har finstoffmasser fra overflateavrenning og avløpsutslipp ført til noe redusert vanddyb. Kaien er derfor nylig blitt utvidet.



Figur 5. Oversikt over stasjonsplassering i Galeivågen og rundt Jadarholmen. Stasjoner med kun tallbetegnelse er målt i 2001. Dette gjelder også X-2, X-3 og X-4. Stasjonene Ga1, J1 og J2 er målt i 1995

5.4.1. Aktive kilder

Det er ingen kjente utslipp til Galeivågen. Et kommunalt nødoverløp for overvann og kloakk er lokalisert på utløpets vestre side. I tillegg til Norsk Metallretur AS, ligger det mange andre bedrifter i Galeivågen. Man kan i dag finne mekaniske verksted, småbåthavn og annen fartøyrelatert virksomhet. Tidligere var det en del små skipsbyggerier her. Fra disse bedriftene kan det forekomme punktutslipp som andre steder. Overflateavrenning fra Norsk Metallretur AS går ut i Galeivågen.

5.4.2. Mengde

Konsentrasjonen av ulike miljøgifter i og like utenfor Galeivågen er målt i 1995, 2000 og 2001 (se vedlegg 1, tabell E).

Inne i Galeivågen er sedimentene analysert på 3 stasjoner. Ga1 er målt i 1995, stasjonene 30 og 36 er målt i 2001 (se fig 5). På stasjonene Ga1 og 30 er kvikksølv målt til tilstandsklasse V. Bly er målt til tilstandsklasse IV på stasjonene Ga1 og 36. Andre tungmetaller ligger i klasse I-III.

PAH er målt til klasse V på stasjon Ga1, i klasse IV på stasjon 36 og klasse III på stasjon 30. PCB er kun målt i 2001 på stasjon 30 og 36, og ligger i tilstandsklasse II.

For stasjonene rundt Jadarholmen er tilstanden varierende for tungmetallene (se vedlegg 1, tabell E). PAH er målt til klasse IV og V på alle 9 stasjonene rundt Jadarholmen. PCB er i tilstandsklasse IV og V på 6 av 7 målte stasjoner.

Kjerneprøver er ikke tatt i området. Det er derfor vanskelig å regne ut volum av forurensede sedimenter. Det er allikevel rimelig å anta at sedimentene er sterkt forurenset lenger ned også i og med at aktiviteten i Galeivågen og Jadarholmen har pågått over lang tid.

5.4.3. Spredningsfare

Galeivågen har et smalt utløp og en grunn terskel. Lav utskiftningsgrad fører til at spredningsfaren fra selve Galeivågen er liten.

Det er grunn til å anta en god del oppvirvling fra området rundt Jadarholmen, da det er mye aktivitet over kai her. Dette vil igjen medføre økt fare for spredning av forurensede sedimenter. Spredningen kan fanges opp av strømmen som går gjennom sundene sør for Buøy og ut i Byfjorden, eller sørover til områdene mot Gandsfjorden. Sistnevnte områder er mye brukt til fiske og fritid.

5.4.4. Miljøgevinst og kostnader

Spredningsfaren til Byfjorden og til området sørøst for Buøy fra Jadarholmen er stor.

Dessuten er Galeivågen en mye brukt våg/havn, og det er dermed av estetisk verdi å få rensert opp. Det er ønskelig å oppnå ambisjonsnivå 1 snarest mulig i Galeivågen og rundt Jadarholmen. Dette betyr i neste omgang at ambisjonsnivå 2 kan oppnås i Byfjorden og områder som er tilstøtende til Galeivågen og Jadarholmen.

For å få til en korrekt vurdering av kostnadene av en opprydning i Galeivågen er det nødvendig med ytterligere prøver for å avgrense området som må ryddes opp. Det er dessuten nødvendig med kjerneprøver for å beregne volumet av forurensede sedimenter.

Kostnadene for tiltak som da må igangsettes er forsøkt beregnet under.

Galeivågen med Jadarholmen utgjør et areal på ca 250 000 m². Maksimalt dyp her er 12 m. Det anses derfor som mulig å gjennomføre en opprydning i Galeivågen og rundt Jadarholmen. Alternative måter å rydde opp på er nevnt under, sammen med et grovt kostnadsoverslag.

- Tildekking: (se priser nevnt i avsnitt 4.1.)
 - med sand vil komme på 25 millioner kroner
 - med duk og sand vil komme på omtrent 90 millioner kroner

- Mudring og deponering:

Da det ikke er tatt noen kjerneprøver i dette området, er det derfor ikke mulig å estimere volumet av forurensede sedimenter. Pris på 325 kr/m² nevnt i avsnitt 4.2. baserer seg på fjerning av 20 cm sedimenter.

- mudring av 250 000 m² gir en pris på omtrent 81 millioner kroner.

På grunn av høye kostnader er det svært viktig å avgrense området nærmere. Dette gjøres ved kjerneprøver og flere prøvepunkt. Det presiseres også at dersom ikke aktive kilder stoppes i forkant av en eventuell opprydning, vil dette ikke ha noen hensikt. Det er da bare et tidsspørsmål før forurensningen er tilbake til dagens nivå. Norsk Metallretur AS har søkt om utslippstillatelse hos SFT. En utslippstillatelse vil trolig begrense utslipp. Dermed kan også tiltak settes i gang.

5.5. Området øst for Vågen/Østre bydel

Området omfatter kaiområdene fra Kjerringholmen i vest til utbyggingsområdene øst for Bybrua. Det er tatt mange analyser av sedimentene i området opp gjennom årene i sammenheng med utbygginger som er gjort i kaiområdene. På Kjerringholmen er Oljemuseet bygd. På Fiskepiren er det bygget en ny båtterminal. Her anløper nå hurtigbåtene fra Bergen og Ryfylke. Dessuten anløper bilferjer fra Ryfylke her. Området fra Bybrua og østover er i dag planlagt for betydelig utbygging. Fylkesmannen har behandlet mange saker fra dette området og det er gitt tillatelser til tildekking på mange steder.



Figur 6. Oversikt over stasjonsplassering i området øst for Vågen og østre bydel. Stasjoner med kun tallbetegnelse er målt i 2001. Stasjonene KH 1-9 er målt i 1994, mens stasjonene F1-3 er målt i årsskiftet 93/94. Stasjonene SV1-3, B1-6 og S1-2 er målt i 1999, mens stasjonene SF og SØ er målt i 2000.

5.5.1. Aktive kilder

Det er ingen kjente aktive kilder i området. Det kan forekomme tilsig fra veien rundt kaiområdene. Ellers er det ingen forurensende bedrifter rundt dette området. Grasholmen har en stor småbåthavn. Denne er imidlertid av nyere dato og vil høyst sannsynlig ikke utgjøre noen stor forurensningskilde.

Kommunen har et avløp til området (ved stasjon 35). Dette er tilsig fra Breiavannet i sentrum, som igjen har avrenning fra Mosvannet noen kilometer utenfor sentrum. Mosvannet har igjen tilsig fra en gammel kommunal fyllplass, men det usikkert hvor mye miljøgifter et slikt tilsig vil inneholde.

Tidligere var dette området sterkt preget av fiskeindustri og handel. Dette medførte også en del båtrepasjoner, bl. a. på Bekhuskaien (ved stasjon SV1), hvor båtene ble trukket opp for å bli smurt med bek. I dag er området preget av servicenæring og kontorbygg.

5.5.2. Mengde

Da det er foretatt mange analyser i området deles dette opp i mindre soner.

Sonen ved Kjerringholmen viser sterk til meget sterk forurensning av PAH og PCB.

Tungmetallforurensningen er begrenset til tilstandsklasse I-III.

Sonene ved Fiskepiren er også sterkt til meget sterkt forurenset av PAH og PCB.

Kjerneprøver tatt i 1994 viser sterkere konsentrasjoner nedover i sedimentene for mange prøver tatt ved Kjerringholmen og Fiskepiren.

I sonen like vest for Bybrua er sedimentene markert til sterkt forurenset for PAH og PCB. For sonen like øst for Bybrua er sedimentene på noen stasjoner sterkt til meget sterkt forurenset av PAH. PCB ligger på et noe lavere nivå. Sedimentene i disse sonene har forholdsvis lavt innhold av tungmetaller.

Tabell 5. Resultater fra dybdeanalyser ved Kjerringholmen og Fiskepiren. Prøvene er tatt i 1994.

Dybde i sedimentlag (cm)		Cd	Cu	Pb	Zn	Hg	PAH	B(a)P	PCB7	TOC
KH5	0-2	0,75	205	300	387	6,8	41720	2500	850	12,9
		II	III	III	II	V	V	V	V	-
	5-20	0,21	33	86	72	0,78	500	30	4	2,9
		I	I	II	I	III	II	II	I	-
KH6	0-2	0,66	151	232	417	2,1	43790	3200	1900	7,8
		II	III	III	II	III	V	V	V	-
	5-20	0,78	115	367	453	3,8	147710	8600	110	9,8
		II	II	III	II	IV	V	V	IV	-
KH7	0-2	0,40	58	126	237	1,4	19960	1100	-	4,9
		II	II	III	II	III	IV	V	-	-
	5-17	0,70	79	292	302	1,8	-	-	-	8,9
		II	II	III	II	III	-	-	-	-
KH8	0-2	0,7	76	159	271	4,1	27340	1700	-	7,3
		II	II	III	II	IV	V	V	-	-
	5-15	1,1	79	180	498	3,8	-	-	-	6,3
		III	II	III	II	IV	-	-	-	-
F1	3-5	<1,0	58,8	112	143	-	-	-	-	-
		-	II	II	I	-	-	-	-	-
	10-20	<1,0	36,6	76,9	141	-	-	-	-	-
		-	II	II	I	-	-	-	-	-
F2	2-4	<1,0	40,6	94,7	212	-	-	-	-	-
		-	II	II	II	-	-	-	-	-
	10-15	<1,0	66,1	79,6	179	-	-	-	-	-
		-	II	II	II	-	-	-	-	-

5.5.3. Spredningsfare

Spredningsfaren for dette området regnes som meget stor pga. sterk strøm. Det er mye båttrafikk i området. Dessuten anløper passasjerbåter her mange ganger per dag. De forurensete sedimentene kan lett virvles opp. Dersom de virvles opp til vannfasen vil de lett kunne føres ut i Byfjorden.

5.5.4. Miljøgevinst og kostnader

Dette er som nevnt tidligere et området som er under sterkt utbyggingspress. Det er utbygging av boligblokker langs kailinjen som dominerer aktiviteten. Sonen ved Kjerringholmen og Fiskepiren er av sentrums karakter. Dette er også soner som er ferdig utbygd. I og med at dette i tillegg er soner som er sterkt trafikkert, er det mye oppvirvling her. Det foregår ikke fiske av

betydning i dette området. Fiske fra kaiområdene kan trolig begrenses med skilt som opplyser om farene ved å spise organismer fra området. For å hindre spredning til Byfjorden anbefales det derfor å sette i gang tiltak i sonene så snart ytterligere avgrensning av området er foretatt. Det er ønskelig å oppnå ambisjonsnivå 1 ved Kjerringholmen og Fiskepiren snarest slik at ambisjonsnivå 2 kan oppnå i Byfjorden. Ambisjonsnivå 2 for Byfjorden medfører at alle kostholdsråd kan oppheves inne 10 år etter igangsatt tiltak.

For sonene like vest og øst for Bybrua pågår det så mye bygging at det vil være hensiktsmessig å vente med tiltak her. En del av sonene vil bli tildekket eller mudret opp i forbindelse med utbygging. Vår anbefaling vil derfor være å vente med videre arbeid.

5.6. Hillevågsvannet

Hillevågsvannet (fig 7) er en ca 650 m lang og 100 meter bred poll med vandyp inntil 8 m og begrenset vannutskiftning gjennom et ca 25 m bredt og 3 m dypt sund. Sundet forbinder pollen med de mer åpne sjøområdene i Strømvik og Gandsfjorden.

Hillevågsvannet er omgitt av boligområder på østsiden og NSBs godsterminal og sporområde på vestsiden. Videre sørover langs vestsiden av Strømvik finnes tidligere importhavn for kull, opplagringsplasser for båter, og diverse nedlagt småindustri. Overløpsledninger munner ut innerst i Hillevågsvannet og flere steder langs strandsonen i Strømvik. Området er tidligere påvirket av betydelige utslipp fra boliger, lett industri og sykehus. I dag er Hillevågsvannet tett utnyttet som småbåthavn.



Figur 7. Oversikt over stasjonsplassering i og ved Hillevågsvannet. Stasjonene HS 10-18 er målt i 1999, mens stasjon HS 1 er målt i 1995.

5.6.1. Aktive kilder

Prøver som er tatt i Hillevågsvannet er gjort av NIVA (1999) er plassert på stasjoner som er lagt i nærheten av potensielle forurensningskilder. Disse er plukket ut på grunnlag av kart og opplysninger gitt av Stavanger kommune. Kildene er:

- 1) Overløpsutslipp innerst i Hillevågsvannet
- 2) NSB's godsterminal på vestsiden av Hillevågsvannet
- 3) Småbåthavn i Hillevågsvannet
- 4) Veitrafikk/støv fra brua over innløpet til Hillevågsvannet
- 5) Marina øst for innløpet til Hillevågsvannet
- 6) Landbase for tidligere bygging av betongplattformer i Gandsfjorden

5.6.2. Mengde

Målingene i Hillevågsvannet er gjort i 1999, med unntak av Hi1 som er tatt i 1995. Prøvene viser at Hillevågsvannet er sterkt til meget sterkt forurenset med hensyn på PAH, PCB og TBT, og noen stasjoner med Hg (se vedlegg 1, tabell I)

Det er også foretatt kjerneprøver i sedimentene ned til 30 cm dyp (se tab 6). Disse kjerneprøvene er kun analysert med hensyn på tungmetaller og PAH. På stasjon HS14 (inne i Hillevågsvannet) øker konsentrasjonen av Hg og PAH nedover i sedimentene, mens for de andre parameterne er konsentrasjonen nokså konstant. Reduksjon nedover i sedimentene indikerer at forurensningstilførselen er redusert.

Tabell 6. Tabellen viser konsentrasjonen av forurensning nedover i sedimentene. Prøvene er tatt i 1999.

Dybde i sedimentlag		Cd	Cu	Hg	Pb	PAH
HS10	0-2	0,49	111	1,26	93,1	10351
		II	II	III	II	IV
	2-5	0,90	121	1,13	114	10762
		II	II	III	II	IV
	5-10	0,66	60	0,49	110	10279
		II	II	II	II	IV
HS14	0-2	2,16	361	1,5	194	12020
		III	III	III	III	IV
	2-5	3,66	390	2,99	424	13492
		III	III	III	III	IV
	5-10	3,94	240	3,88	312	20142
		III	III	IV	III	V
	10-15	3,85	226	4,2	306	52569
		III	III	IV	III	V
	15-20	3,39	173	4,12	232	37546
		III	III	IV	III	V
	20-25	5,66	274	7,68	349	144762
		IV	III	V	III	V
	25-30	4,68	218	6,84	338	100565
		III	III	V	III	V

5.6.3. Spredningsfare

Spredningspotensialet synes å være lavt fra Hillevågsvannet. Forholdene langs Strømvik skyldes i stor grad forurensning fra mer lokale kilder og ikke som følge av spredning fra Hillevågsvannet. Fra beboernes hold er det påpekt at friluftsområdene ved Ramsvik og Godalen må bevares. Det er ikke tatt sedimentprøver fra disse friområdene, men strømforhold tilsier at spredningen fra Hillevågsvannet til disse friområdene vil være meget liten. En eventuell forurensning i Ramsvik og Godalen vil stamme fra mindre båtplasser og båtverksted som ligger ved disse lokalitetene.

5.6.4. Miljøgevinst og kostnader

Fjerning av forurensede masser fra Hillevågsvannet vil innebære risiko for spredning av miljøgifter som i dag ligger relativt godt beskyttet i anoksiske sedimenter med liten eksponering mot flercellede marine organismer. I utgangspunktet synes det derfor lite hensiktsmessig å fjerne forurensede sedimenter fra Hillevågsvannet (NIVA, 1999). Vi konkluderer derfor med at det er tilstrekkelig med ambisjonsnivå 0 for Hillevågsvannet. Det vil allikevel bli sett på mulighetene for å stanse alle aktive kilder til utslipp i Hillevågsvannet. Forurensningen vil reduseres ytterligere når dagens aktive kilder stoppes.

6. Ansvarsforhold

Ut fra det kjennskap vi har fått fra ”Undersøkelse av forurensningen av sedimentene i Stavanger Interkommunale Havn” (Moen, 2000), sammen med senere innhentede opplysninger, har vi kommet til følgende forsøk på konklusjon.

Det er svært vanskelig å si noe om ansvarsforhold i en slik sak. Det er enkelte områder hvor det er liten tvil om hvem forurensere er. I andre tilfeller der det i dag ikke er noen klar forurensere, er det vanskelig å legge ansvaret for en slik kostbar opprydningsprosess på noen. Både Stavanger kommune og Staten er ansvarlige for mange gamle utslipp på mange lokaliteter i Stavanger havn. Det samme gjelder Forsvaret på Ulsnes. Det kan også synes tydelig at Kværner Oil & Gas (med tidligere eiere og navn), har et ansvarsforhold i Bangarvågen sammen med Forsvaret. I området Galeivågen med Jadarholmen er det høyst sannsynlig ikke bare Norsk Metallretur AS (tidligere Brødrene Anda) som har vært forurensere. Her har det vært mange små bedrifter og foretak opp gjennom tidene og det vil være svært vanskelig å fordele skyld og ansvar på noen måte. Området rundt østre bydel er i dag i liten grad belastet med forurensende virksomhet. Det er sannsynlig at mye av forurensningen her stammer fra sent på 1800- tallet og tidlig 1900-tallet. Det vil her være umulig å finne forurensere.

Prosjektgruppen og Fylkesmannen i Rogaland vil derfor på nåværende tidspunkt ikke fordele det økonomiske ansvaret på enkeltbedrifter eller foretak. Vi vil vente med slike forhold til det er avklart hvilke tiltak som skal iverksettes og eventuelt når dette skal igangsettes.

7. Konklusjon/anbefalte prioriteringer.

På bakgrunn av opplysningene i ”undersøkelse av forurensningen av sedimenter i Stavanger Interkommunale Havn” og andre opplysninger, vil prosjektgruppen sette opp en prioritert rekkefølge av områdene i Stavanger havn, der vi mener det bør igangsettes arbeid så snart som mulig. Forurensningssituasjonen i havneområdet er ikke blitt bedre. Stavanger er dessuten et område i sterk vekst. Det er økende bruk med flere interessegrupper som gir et sterkere press på havneområdet.

Prosjektgruppens anbefalte prioritering

Områdene er nummerert i den rekkefølgen vi mener er viktigst. Det følger en liten oppsummert begrunnelse til hvorfor vi mener området bør ryddes opp. Nærmere begrunnelser til konklusjonene finnes i kapittel 5.

1. Bangarvågen

Området er sterkt belastet av industri. Analyser gjort i området viser sterk til meget sterk forurensning av PCB på ni av ti lokaliteter. PAH er analysert på seks stasjoner. På fire av disse er forurensningen sterk. Tungmetallene ligger i tilstandsklasse I-III. Spredningsfaren er stor til Byfjordsystemet fra Bangarvågen. Det er ønskelig at tilførselen av forurenset materiale til Byfjorden stanses snarest, slik at kostholdsråd i Byfjorden kan oppheves.

2. Vågen

Området Vågen og nord til Buøy er ikke belastet av industri i dag. Dette er et område som er estetisk viktig for Stavanger. Det er til dette området turistene kommer. Vågen er sterkt til meget sterkt forurenset av PCB på åtte av fjorten målte stasjoner. Forurensningen av PAH er sterk til meget sterk på tretten av fjorten målte stasjoner. Tungmetallene ligger i tilstandsklasse I-III. Spredningsfaren til Byfjorden er stor også herfra. Det er derfor ønskelig at tilførselen stanses snarest, slik at kostholdsråd i Byfjorden kan oppheves.

3. Dusavik

Området er belastet av industri og mye båttrafikk. Analyser gjort i området viser at forurensningen i området ikke er høyere enn tilstandsklasse II, men spredningsfaren til Byfjorden er så stor at det vurderes slik at det bør igangsettes tiltak i Dusavik.

4. Galeivågen

Galeivågen er i dag belastet med en del småvirksomheter i tillegg til Norsk Metallretur AS. Dette er en aktiv kilde som må stanses før eventuelle tiltak iverksettes. Galeivågen er sterkt til meget sterkt forurenset av både PCB og PAH. Dette inkluderer også området rundt Jadarholmen. Spredningsfaren til Byfjorden og Gandsfjorden er moderat. Det anbefales allikevel at det igangsettes opprydning i området for å forhindre spredning til Byfjorden, hvor det er ønskelig å få opphevet kostholdsrådene.

5. Østre bydel

Området rundt Kjerringholmen og Fiskepiren er sterkt trafikkert. Området er sterkt forurenset av PAH og PCB. Det er dessuten stor spredningsfare til Byfjorden, hvor det er ønskelig å oppheve kostholdsrådene. Det er derfor viktig å iverksette tiltak i disse delene av området. Området videre østover anbefales det å vente med tiltak til utbyggingen i området er avklart og ferdig.

6. Hillevågsvannet

Hillevågsvannet er sterkt til meget sterkt forurenset av PAH, PCB og TBT. Spredningsfaren fra Hillevågsvannet er antatt å være meget liten. Hillevågsvannet fungerer i dag som en av landets største småbåthavner. Fjerning av forurensete masser vil innebære større risiko for spredning enn ved å la massene være. Miljøgiftene ligger relativt godt beskyttet i anoksiske sedimenter, med liten eksponering mot organismer. Det anbefales derfor å ikke gjøre noe med Hillevågsvannet på det nåværende tidspunkt.

Aktive kilder bør derimot stoppes/reduceres. Dermed vil også forurensningen bli ytterligere innlagret, og spredningen av forurenset materiale vil stoppes.

8. Referanser

Mathisen, J.P., A. Nittve, S. Sægrov & S. Thendrup: Resipientundersøkelse ved Stavangerhalvøya. Marinfysiske vurderinger av utslipp i Byfjorden og Gandsfjorden. SINTEF rapport STF60 F78004.

Moen, K., 2001. Undersøkelse av forurensningen av sedimentene i Stavanger Interkommunale Havn. 74pp + vedlegg.

NGU-rapport, 1989. Kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn. Nr 89.148.

NIVA-rapport. O-94207. Vurdering av effekt av propellstrøm fra fartøy på sedimenter i Oslo havn.

Schaaning, Morten Thorne. Resipientundersøkelser i Hillevågsvannet og Strømvik 1999. NIVA-rapport LNR 4125-99.

SFT-rapport: ICCS '97 – International Conference on Contaminated Sediments – Rotterdam 1997. Sammendrag og erfaringer.

SFT-rapport 98:11. Forurensede marine sedimenter. Oversikt over tilstand og prioriteringer.

SFT- rapport: Miljøgifter i norske fjorder. Ambisjonsnivåer og strategi for arbeidet med forurenset sjøbunn. 1774/2000.

U.S: Environmental Protection Agency, 1994. "ARCS Remediation Guidance Document." EPA 905-B94-003. Great Lakes National Program Office, Chicago, IL.

VEDLEGG 1

Tabell A. Fullstendige analysedata fra Indre Byfjord. Prøvene er tatt i 2001, med unntak av St1 i 1995, Sta6 i 1993 og Du1 i 1995.

	Stasjon	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 6	St. 9	St1 (95)	Sta6	Du1
Dybde	m	48	46	12	29	38	22	120	14	16
Cd	(mg/kg)	0,085	0,068	0,045	0,113	0,302	0,189	0,10	0,12	0,13
	Tilstand	I	I	I	I	II	I	I	I	I
Cr	(mg/kg)	12	10	7,69	16,1	27,9	24,7	45	14,8	16
	Tilstand	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Cu	(mg/kg)	24,9	20,2	10,8	31,5	90,5	83	13,2	7,0	13
	Tilstand	I	I	I	I	II	II	I	I	I
Ni	(mg/kg)	9,74	9,07	5,19	14,6	25,5	41,3	19,5	<5	4,8
	Tilstand	I	I	I	I	I	II	I	I	I
Pb	(mg/kg)	43,3	31,4	16,7	52,1	113	84,2	33,8	25,5	30,5
	Tilstand	II	II	I	II	II	II	II	I	II
Zn	(mg/kg)	73,7	64,7	30,2	99	213	225	65	46,6	51
	Tilstand	I	I	I	I	II	II	I	I	I
Hg	(mg/kg)	0,44	0,27	0,15	0,96	1,94	1,03	0,10	0,10	0,03
	Tilstand	II	II	I	III	III	III	I	I	I
PAH ₁₅	(µg/kg)	32480	34071	3806	176154	801040	192932	624	2697	260
	Tilstand	V	V	III	V	V	V	II	III	I
B(a)P	(µg/kg)	4594	3857	379	8700	42900	11900	58	125	25
	Tilstand	V	V	IV	V	V	V	III	III	II
PCB ₇	(µg/kg)	13,2	41,64	3,3	12,44	41,13	12,86	1,4	26,7	6,9
Σ PCB	(µg/kg)	26,4	83,28	6,6	24,88	82,26	25,72	2,8	53,4	13,8
	Tilstand	III	III	II	II	III	III	I	III	II
TS	%	57,8	58,3	71,3	50,6	42,5	55,6	48,2	76,4	-
Org. C	(µg/mg TS)	17,2	12,7	8,5	16,3	67,4	22	-	-	-
Kornford.	%<63 µ m	22	10	8	20	44	21	-	-	-

Tabell B Fullstendige analysedata fra Bangarvågen. Prøvene er tatt i 2001.

	Stasjon	St. 7	St. 8	St. 10	St. 11	St. 12	St. 13	St. 14	St. 18	St. 19
Dybde	m	22	26	9	8	16	10	6	5	5
Cd	(mg/kg)	0,052	0,081	0,188	0,126	0,09	0,786	0,858	0,706	0,671
	Tilstand	I	I	I	I	I	II	II	II	II
Cr	(mg/kg)	9,15	14,5	15,4	16,7	12,6	22,6	48,1	18,9	19,1
	Tilstand	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Cu	(mg/kg)	18,9	33,9	42,8	45	29,3	82,5	87,1	63,1	82,7
	Tilstand	I	I	II	II	I	II	II	II	II
Ni	(mg/kg)	7,26	14,4	11,1	14,5	13,2	15,7	14,5	12,6	12,2
	Tilstand	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Pb	(mg/kg)	29	45,1	56	58,4	41,4	105	96,8	84,2	88,8
	Tilstand	I	II	II	II	II	II	II	II	II
Zn	(mg/kg)	56,6	93,5	91,1	104	103	181	459	150	168
	Tilstand	I	I	I	I	I	II	II	II	II
Hg	(mg/kg)	0,29	0,63	0,78	0,79	0,43	1,51	2,39	1,25	1,59
	Tilstand	II	III	III	III	II	III	III	III	III
PAH ₁₅	(µg/kg)	4005	8056	7697	8040	4958	11347	14076	8460	8076
	Tilstand	III	IV	IV	IV	III	IV	IV	IV	IV
B(a)P	(µg/kg)	399	941	682	627	435	1010	1123	730	770
	Tilstand	IV	V	V	V	IV	V	V	V	V
PCB ₇	(µg/kg)	11,27	14,69	12,42	14,12	7,35	41,24	43	24,41	18,76
Σ PCB	(µg/kg)	22,54	29,38	24,84	28,24	14,7	82,48	86	48,82	37,52
	Tilstand	II	III	II	III	II	III	III	III	III
TS	%	54,8	59,2	50,3	43,3	62,5	37,7	41	42,6	40,4
Org. C	(µg/mg TS)	10,4	18,4	27,7	25,1	12,2	52,1	52	38,8	40,5
Kornford.	%<63 µ m	14	23	27	48	22	40	33	27	32

Tabell C. Fullstendige analysedata fra Bangarvågen. Prøvene KV 1-3 er tatt i 1999, St 2A og Ba 1 er tatt i 1995 og Ba1 er tatt i 1993.

	Stasjon	KV1	KV2	KV3	St. 2A	Sta 3	Ba1
Dybde	m	11	10	10	16	12	14
Cd	(mg/kg)	2,1	0,2	0,2	0,17	0,53	0,28
	Tilstand	III	I	I	I	II	II
Cr	(mg/kg)	47,6	78,1	55,2	37	58,3	43
	Tilstand	I	II	I	I	I	I
Cu	(mg/kg)	89,2	182,3	112,2	43,3	95	74,7
	Tilstand	III	III	II	II	II	II
Ni	(mg/kg)	58,9	128,5	78	19,5	21	20,6
	Tilstand	II	II	II	I	I	I
Pb	(mg/kg)	94,4	218,8	85,9	66,4	283	73,2
	Tilstand	III	III	II	II	III	II
Zn	(mg/kg)	804	1300	765	137	198	139
	Tilstand	III	III	III	I	II	I
Hg	(mg/kg)	0,06	1,58	0,01	0,67	2,82	0,82
	Tilstand	I	III	I	III	III	III
PAH ₁₅	(μ g/kg)	2244	6992	6806	7458	13627	4027
	Tilstand	III	IV	IV	IV	IV	III
B(a)P	(μ g/kg)	172	509	421	950	1010	411
	Tilstand	III	V	IV	V	V	IV
PCB ₇	(μ g/kg)	7,3	23,4	26,4	154,3	595,6	-
Σ PCB	(μ g/kg)	14,6	46,8	52,8	308,6	1191,2	-
	Tilstand	II	III	III	V	V	-
TS	%	75	71	75	57,3	34,4	-
Org. C	(μ g/mg TS)	-	-	-	-	-	-
Kornford.	%<63 μ m	-	-	-	-	-	-

Tabell D. Fullstendige analysedata fra Vågen og området nord til Buøy. Prøvene er tatt i 2001, med unntak av Sta 1 og St. 3 som er tatt i henholdsvis 1993 og 1995.

	Stasjon	St.15	St. 16	St. 17	St. 20	St. 21	St. 22	St. 23	St. 24	St. 25	St. 26	St. 27	St. 28	Sta 1	St.3
Dybde	m	23	53	54	17	29	28	43	43	22	25	28	23	55	42
Cd	(mg/kg)	0,18	2,01	1,26	1,7	0,19	0,16	0,85	1,13	0,73	0,34	0,12	0,11	2,8	0,9
	Tilstand	I	III	III	III	I	I	II	III	II	II	I	I	III	II
Cr	(mg/kg)	21,1	32,3	45,4	190	11,5	19,2	42,2	43,7	26,9	21,5	27,8	9,15	109	126
	Tilstand	I	I	I	II	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II
Cu	(mg/kg)	70,2	151	147	1080	30	56,9	139	190	125	118	83,8	18,1	201	168
	Tilstand	II	III	II	IV	I	II	II	III	II	II	II	I	III	III
Ni	(mg/kg)	42,1	32,9	36,4	196	22,8	18,9	26,4	26,3	14,6	11,2	195	7,36	42,8	74,7
	Tilstand	II	II	II	III	I	I	I	I	I	I	III	I	II	II
Pb	(mg/kg)	96,9	132	158	1400	44,9	79	144	188	190	212	119	36,4	231	219
	Tilstand	II	III	III	IV	II	II	III	III	III	III	II	II	III	III
Zn	(mg/kg)	148	310	322	8080	107	123	291	346	398	438	172	70,7	537	422
	Tilstand	I	II	II	IV	I	I	II	II	II	II	II	I	II	II
Hg	(mg/kg)	1,6	2,49	2,82	9,41	0,58	1,22	3,16	3,78	1,95	1,56	1,66	0,34	4,35	2,94
	Tilstand	III	III	III	V	II	III	IV	IV	III	III	III	II	IV	III
PAH ₁₅	(µg/kg)	14012	34128	11134	69208	3064	17780	12881	19154	75548	80399	65719	5968	12831	13455
	Tilstand	IV	V	IV	V	III	IV	IV	IV	V	V	V	IV	IV	IV
B(a)P	(µg/kg)	1314	3740	1703	5030	312	1910	143,3	2183	7840	8470	5620	550	1470	1502
	Tilstand	V	V	V	V	IV	V	V	V	V	V	V	V	V	V
PCB ₇	(µg/kg)	30,38	61,28	114,3	359	5,4	15,14	27,65	33,62	141	116,4	711,5	5,47	103,7	84
Σ PCB	(µg/kg)	60,76	122,6	228,7	718	10,8	30,28	55,3	67,24	282	232,8	1423	10,94	207,4	168
	Tilstand	III	IV	IV	V	II	III	III	III	IV	IV	V	II	IV	IV
TS	%	5,2	41	29,4	52,1	59,3	55,2	25	28,2	45,9	55,3	54	72,8	28,1	37,4
Org. C	(µg/mgTS)	23,5	60,8	74,9	24,9	19	31,4	69,5	74,1	91,8	82,2	23,8	10,7	-	-
Kornford.	%<63 µm	29	40	68	25	15	26	78	62	29	12	27	8	-	-

Tabell E. Fullstendige analysedata fra Galeivågen. St. 30, 36, 39, 41, 42 og X 1-4 er tatt i 2001. Ga1, J1 og J2 er tatt i 1995, mens HuS er tatt i 2000.

	Stasjon	Ga1	J1	J2	HuS	St. 30	St. 36	St. 39	St. 41	St. 42	X-2	X-3	X-4
Dybde	m	6	-	-	-	6	7,5	20	25	50	7	11	4
Cd	(mg/kg)	1,1	3,3	0,84	0,56	0,611	3,42	0,375	0,81	0,076	0,272	0,562	0,877
	Tilstand	III	III	II	II	II	III	II	I	II	II	II	II
Cr	(mg/kg)	145	-	-	-	12,5	40,1	26,8	13,8	43,4	22,5	49	35,6
	Tilstand	III	-	-	-	I	I	I	I	I	I	I	I
Cu	(mg/kg)	748	259	108	515	67,3	421	215	64,3	166	129	282	325
	Tilstand	IV	III	II	III	II	III	III	II	III	II	III	III
Ni	(mg/kg)	34,8	-	-	-	9,98	29,4	25,4	10	22,8	24	39,8	42,8
	Tilstand	II	-	-	-	I	I	I	I	I	I	II	II
Pb	(mg/kg)	664	994	262	851	60,4	845	366	90,1	279	216	526	900
	Tilstand	IV	IV	III	IV	II	IV	III	II	III	III	III	IV
Zn	(mg/kg)	717	-	-	654	124	1185	375	72,3	312	245	544	793
	Tilstand	III	-	-	II	I	III	II	I	II	II	II	III
Hg	(mg/kg)	11,5	0,87	0,32	0,3	1,29	10,2	1,62	0,8	2,87	2,48	3,34	4,21
	Tilstand	V	III	II	II	III	V	III	III	III	III	IV	IV
PAH ₁₅	(µg/kg)	35504	59280	10150	17842	3502	19401	16291	8777	20367	25255	25068	18448
	Tilstand	V	V	IV	IV	III	IV	IV	IV	V	V	V	IV
B(a)P	(µg/kg)	3352	5960	980	-	305	1839	1457	791	3183	1952	2221	1527
	Tilstand	V	V	V	-	IV	V	V	V	V	V	V	V
PCB ₇	(µg/kg)	-	-	-	-	5,38	23,03	119	15,3	50,3	132,7	216	308
Σ PCB	(µg/kg)	-	-	-	340	10,76	71,82	238	30,6	100,6	265,4	432	616
	Tilstand	-	-	-	V	II	II	IV	III	IV	IV	V	V
TS	%	31,9	36	53	-	36,8	15,6	50,5	54,9	30,2	49,1	39	56,1
Org. C	(µg/mgTS)	-	-	-	-	38,9	138	27,5	15,7	53,4	29,3	47,4	32
Kornford.	%<63 µm	-	-	-	-	14	48	29	15	56	17	28	13

Tabell F. Fullstendige analysedata fra området rundt Kjerringholmen. Prøvene KH1-9 er tatt i 1994, mens prøvene F1-3 er tatt i 1995.

	Stasjon	KH1	KH2	KH3	KH4	KH5	KH6	KH7	KH8	KH9	F1	F2	F3
Dybde	m	9,9	9,9	8,4	7,4	9,0	10,5	8,5	7,5	5,0	10,8	7,2	14,8
Cd	(mg/kg)	1,1	1,2	1,5	1,9	0,75	0,66	0,40	0,70	0,37	<1,0	<1,0	<1,0
	Tilstand	III	III	III	III	II	II	II	II	II	-	-	-
Cr	(mg/kg)	31,7	29,6	17,6	33,3	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tilstand	I	I	I	I	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	(mg/kg)	384	128	148	245	205	151	58	76	63	58,8	40,6	40,6
	Tilstand	III	II	II	III	III	III	II	II	II	II	II	II
Ni	(mg/kg)	76,2	22,4	12,9	18,2	-	-	-	-	-	7,2	6,6	6,6
	Tilstand	II	I	I	I	-	-	-	-	-	I	I	I
Pb	(mg/kg)	321	242	538	380	300	232	126	158	100	112	94,7	94,7
	Tilstand	III	III	III	III	III	III	III	III	II	II	II	II
Zn	(mg/kg)	282	406	406	635	387	417	237	271	249	143	212	212
	Tilstand	II	II	II	II	II	II	II	II	II	I	II	II
Hg	(mg/kg)	-	6,8	-	-	6,8	2,1	1,4	4,1	0,79	-	2,8	2,8
	Tilstand	-	V	-	-	V	III	III	IV	III	-	III	III
PAH ₁₅	(µg/kg)	7480	16400	-	67860	29520	32560	15210	18680	23370	4160	1690	19760
	Tilstand	IV	IV	-	V	V	V	IV	IV	V	III	II	V
B(a)P	(µg/kg)	620	1700	-	5700	2500	3200	1100	1700	2100	350	160	1800
	Tilstand	V	V	-	V	V	V	V	V	V	IV	III	V
PCB ₇	(µg/kg)	-	-	-	-	425	950	-	-	-	-	-	-
Σ PCB	(µg/kg)	-	-	-	-	850	1900	-	-	-	-	-	-
	Tilstand	-	-	-	-	V	V	-	-	-	-	-	-
TS	%	79,2	73,2	-	40,3	65	63	83	61	75	74,3	91,8	54,3
Org. C	(µg/mgTS)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kornford.	%<63 µ m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabell G. Fullstendige analysedata fra området rundt Strømsteinen og Sølyst. Prøvene er tatt i 1999, med unntak av SF og SØ som er tatt i 2000.

	Stasjon	SV1	SV2	SV3	SV4	B1	B2	B3	B4	B5	B6	S1	S2	SF	SØ
Dybde	m	7	9	13	11	3	10	14	10	18	10	6	4	-	-
Cd	(mg/kg)	0,52	0,24	0,16	0,15	0,72	2,5	0,41	0,34	0,35	0,27	0,33	0,17	0,14	0,24
	Tilstand	II	I	I	I	II	III	II	II	II	II	II	I	I	I
Cr	(mg/kg)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tilstand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	(mg/kg)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	40
	Tilstand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I	II
Ni	(mg/kg)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tilstand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	(mg/kg)	160	29	26	24	110	160	91	390	110	110	190	24	37	94
	Tilstand	III	I	I	I	II	III	II	III	II	II	III	I	II	II
Zn	(mg/kg)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61	86
	Tilstand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I	I
Hg	(mg/kg)	0,62	0,17	0,13	0,09	0,38	1,3	0,55	0,28	1,2	0,37	0,32	0,093	0,10	0,12
	Tilstand	III	II	I	I	II	III	II	II	III	II	II	I	I	I
PAH ₁₅	(µg/kg)	8903	5591	2063	1193	1879	75350	26640	4163	13726	6484	2781	1683	6110	7349
	Tilstand	IV	III	III	II	II	V	V	III	IV	IV	III	II	IV	IV
B(a)P	(µg/kg)	760	370	140	100	160	4600	1900	320	1000	470	240	130	-	-
	Tilstand	V	IV	III	III	III	V	V	IV	V	IV	IV	III	-	-
PCB ₇	(µg/kg)	43	26	40	6,7	64	350	37	49	100	21	40	1,9	14	12
Σ PCB	(µg/kg)	86	52	80	13,4	128	700	74	98	200	42	80	3,8	28	24
	Tilstand	III	III	III	II	IV	V	III	III	IV	III	III	I	III	II
TS	%	51,5	75,4	76,1	75,9	77,2	43,2	70,6	71,3	63,6	70,1	68,3	76,1	-	-
Org. C	(µg/mgTS)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kornford.	%<63 µ m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabell H. Fullstendige analysedata fra området øst for Bybrua. Prøvene er tatt i 2001.

	Stasjon	St. 29	St. 31	St. 34	St. 35	St. 38	St. 47	St. 48	St. 49
Dybde	m	16	20	21	18	12	20	86	92
Cd	(mg/kg)	0,143	0,173	0,141	0,141	0,072	0,415	0,178	0,304
	Tilstand	I	I	I	I	I	II	I	II
Cr	(mg/kg)	14,7	11	13,2	11,4	8,4	14,1	41,8	42,8
	Tilstand	I	I	I	I	I	I	I	I
Cu	(mg/kg)	115	33,8	31,1	33	22,3	36,9	68	97,2
	Tilstand	II	I	I	I	I	II	II	II
Ni	(mg/kg)	14,9	9,89	17,8	11,5	8,18	12,6	25,4	25,9
	Tilstand	I	I	I	I	I	I	I	I
Pb	(mg/kg)	113	45,4	39,2	43,5	36,4	85,5	125	211
	Tilstand	II	II	II	II	II	II	III	III
Zn	(mg/kg)	243	83,2	84,7	93,6	49,5	152	168	223
	Tilstand	II	I	I	I	I	II	II	II
Hg	(mg/kg)	0,61	1,31	0,39	1,61	0,95	0,73	1,46	1,82
	Tilstand	III	III	II	III	III	III	III	III
PAH ₁₅	(µg/kg)	9562	6742	10249	62644	8361	58140	7921	10837
	Tilstand	IV	IV	IV	V	IV	V	IV	IV
B(a)P	(µg/kg)	694	586	938	4725	664	3932	612	833
	Tilstand	V	V	V	V	V	V	V	V
PCB ₇	(µg/kg)	11,79	35,91	15,54	79,55	7,22	12,68	8,24	21,6
Σ PCB	(µg/kg)	23,58	71,82	31,08	159,1	14,44	25,36	16,48	43,2
	Tilstand	II	III	III	IV	II	III	II	III
TS	%	56,2	53	56,3	56,6	71,5	55,4	28,8	29
Org. C	(µg/mgTS)	12,3	14,4	19,3	17,6	14,8	17,6	51,3	51,1
Kornford.	%<63 µ m	12	18	33	20	7	24	88	75

Tabell I. Fullstendige analysedata fra Hillevågsvannet. Prøvene er tatt i 1999, med unntak av Hi1 som er tatt i 1995.

	Stasjon	HS10	HS11	HS12	Hi1	HS13	HS14	HS15	HS16	HS17	HS18
Dybde	m	10	8	6	9	8	8	4	7	4	7
Cd	(mg/kg)	0,49	0,57	0,26	0,08	2,77	2,16	4,06	2,36	2,88	3,23
	Tilstand	II	II	II	I	III	III	III	III	III	III
Cr	(mg/kg)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tilstand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	(mg/kg)	111	73	48	196	439	361	308	435	262	372
	Tilstand	II	II	II	III	III	III	III	III	III	III
Ni	(mg/kg)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tilstand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	(mg/kg)	93	80	176	195	255	194	239	194	258	213
	Tilstand	II	II	III	III	III	III	III	III	III	III
Zn	(mg/kg)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tilstand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg	(mg/kg)	1,26	0,59	0,47	1,15	1,37	1,50	3,54	1,64	3,34	1,66
	Tilstand	III	II	II	III	III	III	IV	III	IV	III
PAH ₁₅	(µg/kg)	8838	8324	2013	7599	10434	10298	9737	9991	14477	7983
	Tilstand	IV	IV	III	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
B(a)P	(µg/kg)	730	570	175	629	940	990	870	1000	1490	740
	Tilstand	V	V	IV	V	V	V	V	V	V	V
PCB ₇	(µg/kg)	93	-	-	113	-	194	-	-	-	-
Σ PCB	(µg/kg)	186	-	-	226	-	388	-	-	-	-
	Tilstand	IV	-	-	IV	-	IV	-	-	-	-
TBT	(µg/kg)	540	-	-	-	-	1400	-	-	-	-
	Tilstand	V	-	-	-	-	V	-	-	-	-
TS	%	39,5	-	-	-	-	15,5	-	-	-	-
Org. C	(µg/mgTS)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kornford.	%<63 µ m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

VEDLEGG 2

Tabell A. Nøyaktige posisjoner for stasjoner tatt i 2001.

Stasjon	Nord	Øst	Stasjon	Nord	Øst
1	58.59.607	5.42.247	30	58.59.402	5.44.182
2	58.59.495	5.42.406	31	58.58.494	5.43.116
3	58.59.555	5.42.461	32	58.59.042	5.44.444
4	58.59.304	5.42.605	33	58.58.716	5.44.355
5	58.59.187	5.42.805	34	58.58.473	5.44.415
6	58.59.120	5.42.781	35	58.58.418	5.44.378
7	58.59.392	5.43.026	36	58.59.270	5.44.585
8	58.59.296	5.43.009	37	58.58.805	5.44.581
9	58.59.164	5.42.995	38	58.58.425	5.44.521
10	58.59.498	5.43.273	39	58.59.195	5.44.804
11	58.59.414	5.43.194	40	58.58.432	5.44.723
12	58.58.289	5.43.195	41	58.59.156	5.45.971
13	58.59.505	5.43.398	42	58.59.111	5.45.992
14	58.59.469	5.43.401	43	58.59.391	5.45.200
15	58.58.894	5.43.409	44	58.58.685	5.45.212
16	58.58.789	5.43.330	45	58.58.903	5.45.394
17	58.58.636	5.43.482	46	58.58.606	5.45.383
18	58.59.531	5.43.434	47	58.58.405	5.45.407
19	58.59.507	5.43.516	48	58.58.705	5.45.829
20	58.58.982	5.43.582	49	58.58.432	5.45.827
21	58.58.797	5.43.628	50	58.58.909	5.46.123
22	58.58.713	5.43.611	51	58.58.620	5.46.128
23	58.58.628	5.43.610	Ekstrastasjoner		
24	58.58.520	5.43.711	X1	58.59.236	5.44.856
25	58.58.410	5.43.665	X2	58.59.226	5.44.881
26	58.58.317	5.43.732	X3	58.59.256	5.44.870
27	58.58.903	5.43.780	X4	58.59.296	5.44.864
28	58.58.605	5.43.797	X5	58.59.296	5.44.880
29	58.58.703	5.43.007	X6	58.59.297	5.44.873

Tabell B Oppgitte nøyaktige posisjoner for tidligere prøver.

Stasjon	Nord	Øst
HB1	59.05.04	5.32.60
HB2	58.04.11	5.33.00
HB3	59.02.41	5.32.61
HB4	59.00.80	5.32.43
HB5	59.02.53	5.35.07
HB6	58.58.04	5.33.83
HB7	58.58.87	5.26.22
HB8	59.00.30	5.26.64
HB9	58.59.89	5.33.50
St. 1	59.01.10	5.40.90
St. 2A	58.59.40	5.42.90
St. 3	58.58.70	5.44.10
Sta1	58.58.591	5.43.670
St. 5	58.56.40	5.46.30
St. 6	58.53.70	5.45.90
14	58.57.12	5.37.00
15	58.55.48	5.39.36
Ga1	58.59.46	5.44.04
Ba1	58.59.48	5.43.33
Sta3	58.59.584	5.43.383
Va1	59.00.08	5.46.57
Va2	58.59.82	5.47.92
Jå1	54.54.85	5.44.83
Du1	58.59.94	5.40.48
Sta6	58.59.922	5.40.436
Hi1	58.57.19	5.44.83