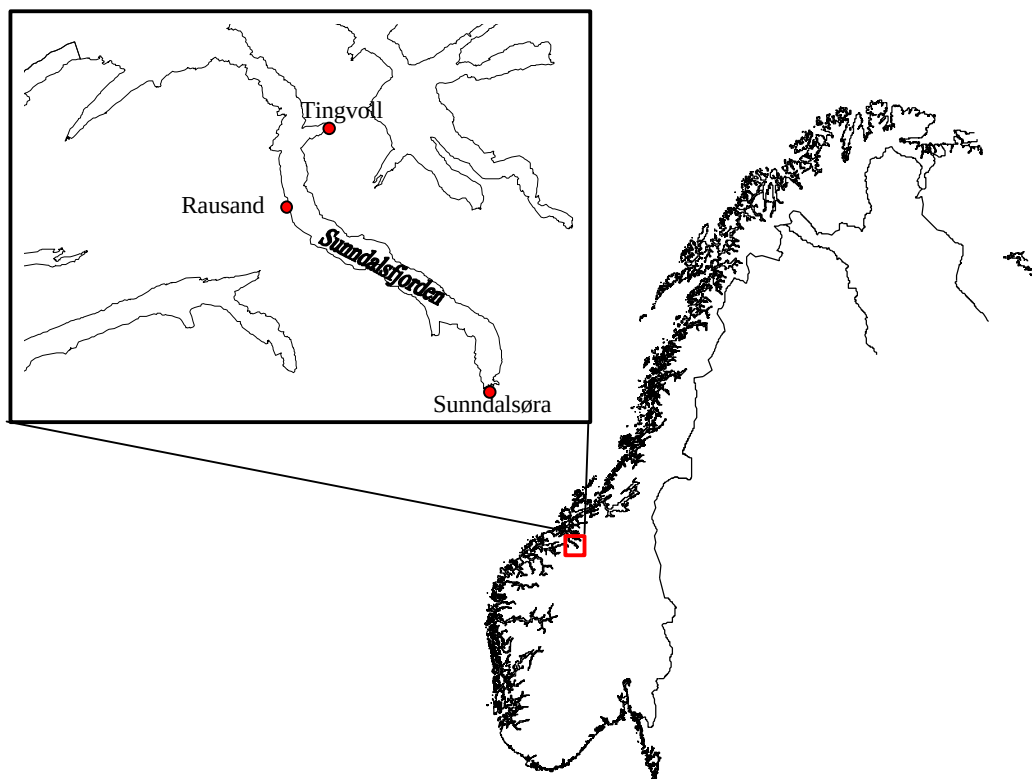


Notat O-23230

Tiltaksplan forurensede sedimenter, Sunndalsfjorden fase 1



Notat utarbeidet for: Fylkesmannen i Møre og Romsdal

Utarbeidet av: Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) 6/11-03
Frode Uriansrud (frode.uriansrud@niva.no)

Forord

Forurensningsmyndighetene har gjennom igangsetting av fylkesvise tiltaksplaner startet et omfattende arbeid med opprydding i forurenset sjøbunn. I første omgang er 29 områder valgt ut hvor en tiltaksplan skal være ferdig utarbeidet innen 2005. Dette skal gjøres i to faser, hvor første fase omfatter:

- gjennomgang av eksisterende data
- kildesporing
- nærmere prioritering av delområder for eventuelle videre undersøkelser

Sunndalsfjorden er et av de 29 utvalgte områdene.

NIVA fikk i oppdrag av Fylkesmannens miljøvernavdeling i Møre og Romsdal å utføre første fase av tiltaksplanen. Hos Fylkesmannen har Bjarne Otnes vært kontaktperson.

Prosjektet har vært faglig forankret i NIVAs seksjon for Miljøgifter i Marint Miljø, sammen med tilsvarende tiltaksplaner for andre kommuner og fylker som NIVA har hatt ansvaret for. Arbeidet i Møre og Romsdal har vært utført av forsker Frode Uriansrud. Forskningsleder Kristoffer Næs har hatt ansvar for kvalitetssikringen.

Kapittel 6 (plan for fase 2) har vært utformet sammen med Fylkesmannen i Møre og Romsdal. Fylkesmannen har skrevet hele 6.6

Oslo, 6. oktober 2003

Frode Uriansrud
Prosjektleder

Innholdsliste

1. Innledning	5
1.1 Bakgrunn	5
1.2 Mål	5
1.3 Datagrunnlag	6
2. Beskrivelse av fjordområdet med oppdeling i hensiktsmessige delområder	8
2.1. Inndeling i delområder	8
2.2 Vannmassene	10
2.3 Kostholdsrådet	11
3. Beskrivelse av forurensningssituasjonen i sediment og biologisk materiele	12
3.1 Område 1 (Sunndalsøra-Bøneset/Flåøya)	12
3.2 Område 2 (Bøneset/Flåøya - Rausand)	15
3.3 Område 3 (Raudsand)	15
3.4 Område 4 (Rausand - Haltvik/Øygardsneset)	18
4. Kilder	29
4.1 Punktkilder	29
4.1.1 Industri	29
4.1.2 Jordbruk	32
4.1.3 Kloakkutslipp	33
4.2 Semidiffuse kilder	34
4.2.1 Kommunale deponier	34
4.2.1 Overflateavrenning	35
5. Eutrofitilstand	36
6. Plan for fase 2	37
6.1 Generelt	37
6.2 Prioritering av delområder	38
6.3 Behov for supplerende undersøkelser.	39
Sunndalsøra	40
Raudsand	40
Tingvoll sentrum	40
6.4 Utredning av tiltak/kostnader/nytte	40
6.5 Kostnadsoverslag	41
6.6 Finansiering	41
6.7 Organisering	41
7. Referanser	43
Vedlegg	46

Figurliste

Figur 1 Områdeinndeling Sunndalsfjorden/Tingvollfjorden.....	9
Figur 2 Nedbørsfelt Sunndalsfjorden.....	10
Figur 3 Område underlagt kostholdsråd i Sunndalsfjorden	11
Figur 4 PAH forurensing i område 1.....	12
Figur 5 Utviklingen av PAH i blåskjell. Sammensatte av data fra 1987 til 2002	14
Figur 6 Blykonsentrasjonen i sedimentene utenfor Raudsand.	16
Figur 7 Kadmiumkonsentrasjonen i overflatesedimentene utenfor Rausand.....	16
Figur 8 Kobberkonsentrasjonen i overflatesedimentene utenfor Rausand.....	17
Figur 9 Plassering av stasjoner for analyse av o-skjell, strandsnegl, blåskjell, grisetang og blæretang fra Sunndalsfjorden.....	18
Figur 10 Digitalt forurensningskart over kobber-konsentrasjonen i overflatesedimentene	19
Figur 11 Digitalt forurensningskart over PAH-konsentrasjonen i overflatesedimentene	20
Figur 12 Digitalt forurensningskart over sink-konsentrasjonen i overflatesedimentene	21
Figur 13 Digitalt forurensningskart over bly-konsentrasjonen i overflatesedimentene	22
Figur 14 Digitalt forurensningskart over PCB-konsentrasjonen i overflatesedimentene.	23
Figur 15 Digitalt forurensningskart over nikkel-konsentrasjonen i overflatesedimentene.	24
Figur 16 Digitalt forurensningskart over krom-konsentrasjonen i overflatesedimentene.....	25
Figur 17 Digitalt forurensningskart over kvikksølv-konsentrasjonen i overflatesedimentene.	26
Figur 18 Digitalt forurensningskart over kadmium-konsentrasjonen i overflatesedimentene.	27
Figur 19 A: Klassifisering av tilstand i bløtbunnsfaunasamfunn basert på arts mangfold (H) B: Klassifisering av tilstand i bløtbunnsfaunasamfunn basert på indikatorarter	28
Figur 20 Oversikt over plassering av industribedrifter rundt Sunndalsfjorden.....	29
Figur 21 Utslipp av PAH fra Hydro Aluminium Sunndal. A - Utslipp til vann, B - Utslipp til luft.....	30
Figur 22 A: Bilde av Hydro Aluminium Sunndal. B: Oversiktskart industri, deponier og kloakkutslipp ved Sunndalsøra.....	31
Figur 23 Oversikt over lokaliteter med oppdrettsanlegg i Sunndalsfjorden/Tingvollfjorden ..	32
Figur 24 Oversikt over kloakkutslipp i kommunene Sunndal, Tingvoll, Nesset og Gjemnes innenfor kostholdsområdet.	33
Figur 25 Lokaliteter med grunnforurensning	34
Figur 26 Prinsippskisse for gjennomføring av fase 2 av tiltaksplanarbeidet.	37

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Statens forurensningstilsyn har utarbeidet en rapport som tar for seg ambisjonsnivå og strategi for arbeidet med forurensset sjøbunn (SFT-rapport 1774/2000). Forurensningsmyndighetene har gjennom igangsetting av fylkesvise tiltaksplaner, startet et omfattende arbeid med opprydding av forurensset sjøbunn. I første omfang er 29 fjord- og havneområder prioritert. Utarbeidelsen av tiltaksplan for disse områdene skal være ferdig i 2005. Arbeidet skal gjøres i to faser hvor første fase omfatter:

- gjennomgang av eksisterende data
- kildesporing
- nærmere prioritering av delområdene for eventuelle videre undersøkelser

Havner og fjordområder har blitt tilført store mengder miljøgifter. Dette er et nasjonalt og lokalt problem som har ført til restriksjoner på bruken av de mest belastede områdene. Miljøgiftene er avsatt på sjøbunnen og kan sammen med dagens utslipp gi en belastning på organismer og økosystem.

Sunndalsfjorden/Tingvollfjorden er av Fylkesmannen i Møre og Romsdal valgt ut som et område det er aktuelt å gjøre tiltak. I enkelte avgrensede områder kan fjorden klassifiseres som meget sterkt forurensset med hensyn på PAH, PCB eller kobber. Næringsmiddelmyndighetene har frarådet konsum av skjell og lever fra fisk fanget i innenfor en linje mellom Haltvik og Øygardsneset.

1.2 Mål

Målet med de fylkesvise tiltaksplanene er å utarbeide et grunnlag for videre undersøkelser, eventuelt tiltak, i området. Fylkesmannens miljøvernavdelingen i Møre og Romsdal har ønsket at man i fase 1 for Sunndalsfjorden/Tingvollfjorden legger vekt på en oppsummering av dagens tilstand, og gir en oversikt over hovedkildene til forurensning. Oppsummeringen skal ta for seg tilstanden både for sedimenter og biologi. Dette skal gi et grunnlag for vurdering av behovet for ytterligere undersøkelser i området.

1.3 Datagrunnlag

Miljøgifter i sedimentene

Sammenstillingen av data for miljøgifter i sjøsedimenter har vært basert på eksisterende undersøkelser. Flesteparten av dataene er hentet fra NIVAs database over miljøgifter i sedimentene. Miljøtilstanden er angitt i henhold til SFTs miljøkvalitetskriterier for sedimenter (Tabell 1)

Tabell 1. Klassifisering av miljøtilstand i sedimenter (Molvær et al. 1997).

Variable		Tilstandsklasser				
		I Ubetydelig – Lite forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset
Sedimenter (tørrvekt)	Bly (mg Pb/kg)	< 30	30 – 120	120 – 600	600 – 1500	> 1500
	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
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	< 0,15	0,15 – 0,6	0,6 – 3	3 – 5	>5
	Sink (mg Zn/kg)	<150	150-700	700-3000	3000-10000	>10000
	TBT (µg/kg)	< 1	1 – 5	5 – 20	20 – 100	> 100
	Σ PAH (µg/kg) ¹⁾	< 300	300 – 2000	2000 – 6000	6000 – 20000	> 20000
	Σ PCB ₇ (µg/kg) ²⁾	< 5	5 – 25	25 - 100	100 - 300	> 300

1) Σ PAH: Sum av 19 tri- til hexasykliske forbindelser

2) Σ PCB₇ : Sum av enkeltforbindelse nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180.

Miljøgifter i biota

Sammenstillingen av data over bløtbunnsfauna og miljøgifter i biota er basert på NIVAs databaser. I rapporten er data klassifisert etter SFTs miljøkvalitetskriterier for bløtbunnsfauna (Tabell 2). og organismers innhold av metaller, arsen, fluorid og PAH (Tabell 3).

Tabell 2. Klassifisering av bløtbunnsfauna (Molvær et al. 1997).

	Parametre	Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Bløtbunnsfauna	Shannon-Wiener indeks (H)	>4	4-3	3-2	2-1	<1

Tabell 3 Klassifisering av tilstand ut fra organismers innhold av metaller, arsen, fluorid og PAH (Molvær et al. 1997).

Arter/vev:	Parametre:	Tilstandsklasser:				
		I Ubetydelig- Lite forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset
Blæretang og grisetang øvre 10 cm (tørr-vektsbasis)	Arsen (mg/kg)	< 50	50 - 150	150 - 350	350 - 700	> 700
	Bly (mg/kg)	< 1	1 - 3	3 - 10 50	10 - 30	> 30
	Fluorid (mg/kg)	< 15	15 - 50	- 100	100 - 300	> 300
	Kadmium (mg/kg)	< 1.5	1.5 - 5	5 - 20	20 - 40	> 40
	Kobber (mg/kg)	< 5*	5 - 15	15 - 50	50 - 150	> 150
	Krom (mg/kg)	< 1	1 - 5	5 - 15	15 - 50	> 50
	Kvikksølv (mg/kg)	< 0.05	0.05 - 0.15	0.15 - 0.5	0.5 - 1	> 1
	Nikkel (mg/kg)	< 5	5 - 25	25 - 50	50 - 100	> 100
	Sink (mg/kg)	< 150	150 - 400	400 - 1000	1000 - 2500	> 2500
	Sølv (mg/kg)	< 0.5	0.5 - 1.5	1.5 - 5	5 - 10	> 10
Blåskjell bløtdeler minus lukkemuskler (tørr-vektsbasis)	Arsen (mg/kg)	< 10	10 - 30	30 - 100	100 - 200	> 200
	Bly (mg/kg)	< 3*	3 - 15	15 - 40	40 - 100	> 100
	Fluorid (mg/kg)	< 15	15 - 50	50 - 150	150 - 300	> 300
	Kadmium (mg/kg)	< 2	2 - 5	5 - 20	20 - 40	> 40
	Kobber ¹⁾ (mg/kg)	< 10	10 - 30	30 - 100	100 - 200	> 200
	Krom (mg/kg)	< 3	3 - 10	10 - 30	30 - 60	> 60
	Kvikksølv (mg/kg)	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.5	1.5 - 4	> 4
	Nikkel (mg/kg)	< 5	5 - 20	20 - 50	50 - 100	> 100
	Sink ¹⁾ (mg/kg)	< 200	200 - 400	400 - 1000	1000 - 2500	> 2500
	Sølv (mg/kg)	< 0.3	0.3 - 1	1 - 2	2 - 5	> 5
	TBT ²⁾ ** (mg/kg)	< 0.1	0.1 - 0.5	0.5 - 2	1 - 5	> 5
	ΣPAH (μg/kg, Friskvektsbasis)	< 50	50 - 200	200 - 2000	2000 - 5000	> 5000
Vanlig strandsnegl bløtdeler (tørr-vektsbasis)	Arsen (mg/kg)	< 30	30 - 75	75 - 300	300 - 600	> 600
	Bly (mg/kg)	< 10	10 - 25	25 - 75	75 - 150	> 150
	Kadmium (mg/kg)	< 2	2 - 8	8 - 25	25 - 50	> 50
	Kobber (mg/kg)	< 150	150 - 300	300 - 750	750 - 1500	> 1500
	Krom (mg/kg)	< 3	3 - 10	10 - 30	30 - 60	> 60
	Kvikksølv (mg/kg)	< 0.5	0.5 - 2	2 - 5	5 - 10	> 10
	Nikkel (mg/kg)	< 10	10 - 30	30 - 100	100 - 200	> 200
	Sink (mg/kg)	< 100	100 - 300	300 - 1000	1000 - 2000	> 2000
Torsk filét (friskvektsbasis)	Sølv (mg/kg)	< 3	3 - 10	10 - 20	20 - 40	> 40
	Kvikksølv (mg/kg)	< 0.1	0.1 - 0.3	0.3 - 0.5	0.5 - 1	> 1

¹⁾ Blåskjell har evne til å regulere opptak, særlig ved moderate konsentrasjoner. Tang er bedre som indikator.

²⁾ Tributyltinn. Grensen for kl. I er beregnet ut fra vannkvalitetskriterium på 1 ng/l (kfr. Zabel et al. 1988, Moore et al. 1992) og et forhold mellom konsentrasjonene i blåskjell (våttvektsbasis) og vann på ca. 20000. Forholdet skjell i vann varierer fra ca. 5000 til over 50000, og øker med økende TBT-innhold (Knutzen et al.1995). Ved svak belastning (1 ng/l og mindre) kan det derfor antas at bruk av et forholdstall på 20000:1 gir en sikkerhetsmargin.

Tilførsler fra industri

Opplysninger om utslipp fra industri er hentet fra INKOSYS (SFT database over miljødata fra norsk industri), samt internettdatabasen Bedriftsspesifikk miljøinformasjon (<http://www.sft.no/bmi/>). Dette er databaser over bedrifter med utslippskonsesjon. Vi antar at bedrifter uten konsesjon ikke har store utslipp av miljøgifter.

Opplysninger om utslipp fra oppdrettsanleggene er hentet fra Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Møre og Romsdal.

Lokaliteter med forurenset grunn

Lokaliteter med forurenset grunn er hentet fra SFTs grunnforurensningsdatabase (<http://www.sft.no/grunn/>), samt informasjon fra de enkelte kommunene.

2. Beskrivelse av fjordområdet med oppdeling i hensiktsmessige delområder

2.1. Inndeling i delområder

Prosjektet har blant annet hatt som mål å karakterisere tiltaksområdet med hensyn på forurensningstilstand og gjennom det peke ut såkalte høyrisikoområder. Vi har tatt utgangspunkt i SFTs veiledning til Fylkesmennene hvor følgende definisjon på høyrisikoområder brukt:

- Høye konsentrasjoner av miljøgifter i forhold til områdene omkring
- Spredningsfare for miljøgifter til omkringliggende områder
- Mindre områder i utstrekning

For å kunne vurdere risikobidrag fra ulike forurensningskilder i et definert område (risikoområdet), må man se på de prosesser og forhold som regulerer bidragene til området. Foreliggende prosjekt hadde som mål å sammenstille dataene som er nødvendig for å beskrive forurensningssituasjonen i området. SFT vil i løpet av 2004 ha utviklet en veileder for vurdering av risiko forbundet med forurensede sedimenter.

Risiko omfatter både sannsynlighet for at en skadelig tilstand oppstår (risiko for skade) og selve skadens alvor (skadepotensiale). Begge disse egenskapene kan graderes, f. eks. som i tabell 4 nedenfor. Et høyrisikoområde vil f.eks. falle i de kategorier som er merket med X.

Tabell 4 Risiko og skade

		Skadepotensiale		
		Høyt	Middels	Lavt
Risiko for skade	Høy	X	X	
	Middels	X		
	Lav			

Med utgangspunkt i SFTs definisjon, anvender vi følgende betingelser for at et område skal rangeres som et høyrisikoområde:

- områder med konsentrasjoner av miljøgifter i klasse IV eller V (skadepotensiale)
- områder grunnere enn 20 m vanndyp (risiko for skade)
- områder med aktiv trafikk, som båt og friluftsliv (risiko for skade).

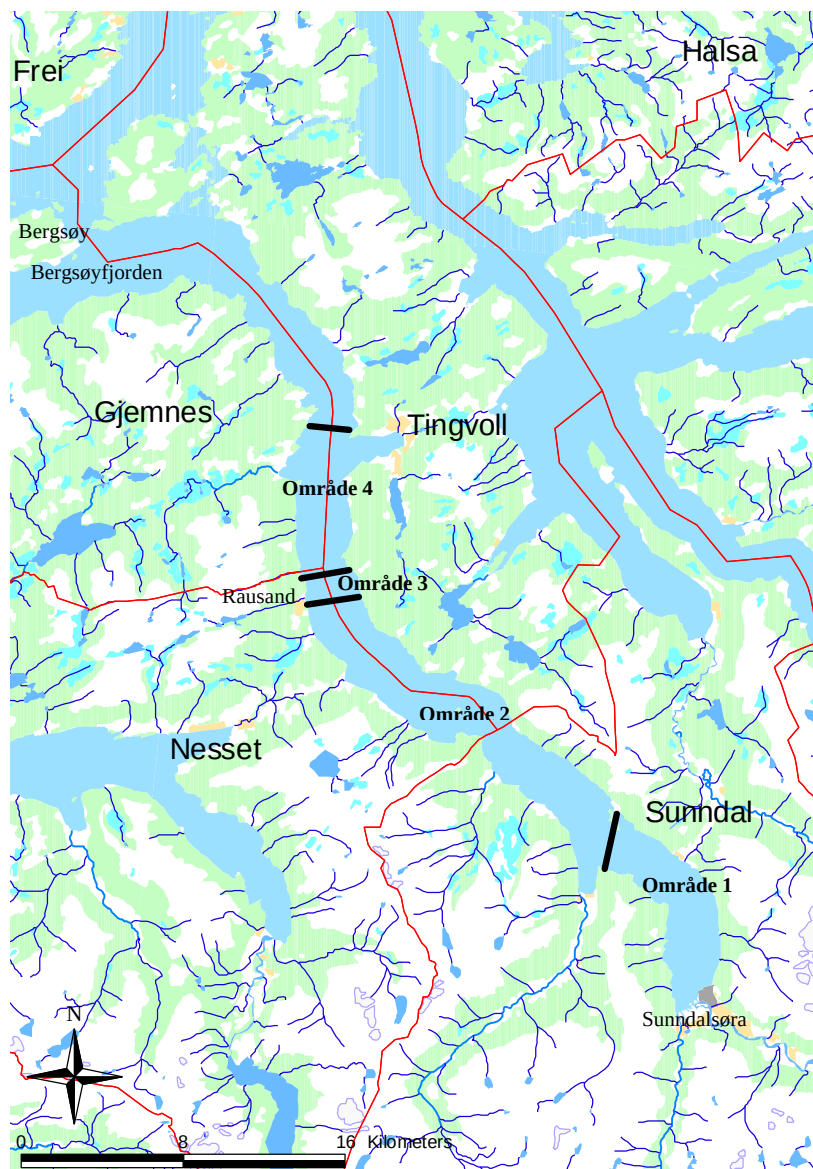
Disse kriteriene er viktige i forhold til vurdering av spredningsfare for miljøgifter fra sedimentene, men tar ikke hensyn til spredning via næringskjeden. Med dette understreker vi at det ikke er en enkel årsakssammenheng mellom forurensede sedimenter og opptak /effekter i organismer. Likeledes understrekes det at klassifiseringen ”høyrisikoområde” ikke direkte kan knyttes til behov for tiltak. Det må avgjøres etter at miljømål er formulert. Kun når man har et definert miljømål er det mulig å vurdere risikoen for at miljømålene ikke nås ved at de forurensede sedimentene blir liggende.

I tillegg til høyrisikoområdene er delområdene rangert i følgende kategorier:

1.	Høyrisikoområder
	A: Avsluttede kilder
	B: Mulige fortsatt eksisterende kilder
2.	Forhøyede konsentrasjoner, men liten spredningsfare
3.	Data eksisterer, men må suppleres for tilfredsstillende karakterisering
4.	Data eksisterer ikke, må undersøkes nærmere
5.	Områder hvor det kan være interessekonflikter, men hvor det foreløpig er teknisk vanskelig å gjennomføre tiltak
6.	Friskmeldte områder

Hele fjordsystemet fra Sunndalsøra ut til Bergsøy er ca 55 km langt, og består av Sunndalsfjorden og Tingvollfjorden. Hele strekningen fra Sunndalsøra til Bergsøyfjorden vil heretter betraktes som Sunndalsfjorden. Fjorden har en gjennomsnittlig bredde på ca 2-3 km og et maksimumsdyp på 320 meter. Hovedterskelen i fjorden er på 120 meter og går mellom Bergsøy og fastlandet. Selv om fjorden fysisk kan deles inn med et indre, dypt basseng og et ytre område med flere treskler, er det mer hensiktsmessig å dele inn området ut fra hvor det hovedsakelig er foretatt undersøkelser, og hvor hovedkildene til forurensning ligger. Undersøkelser av miljøgifter i sedimenter, fisk og skalldyr er hovedsakelig foregått rundt Sunndalsøra innerst i fjorden og Raudsand. Det foreslås denne inndelingen av området (Figur 1):

- Område 1 (Indre fjordområde fra Sunndalsøra ut til en linje Bøneset-Flåøya)
- Område 2 (Bøneset-Flåøya til Raudsand)
- Område 3 (Raudsand)
- Område 4 (Raudsand - Haltvik og Øygardsneset)



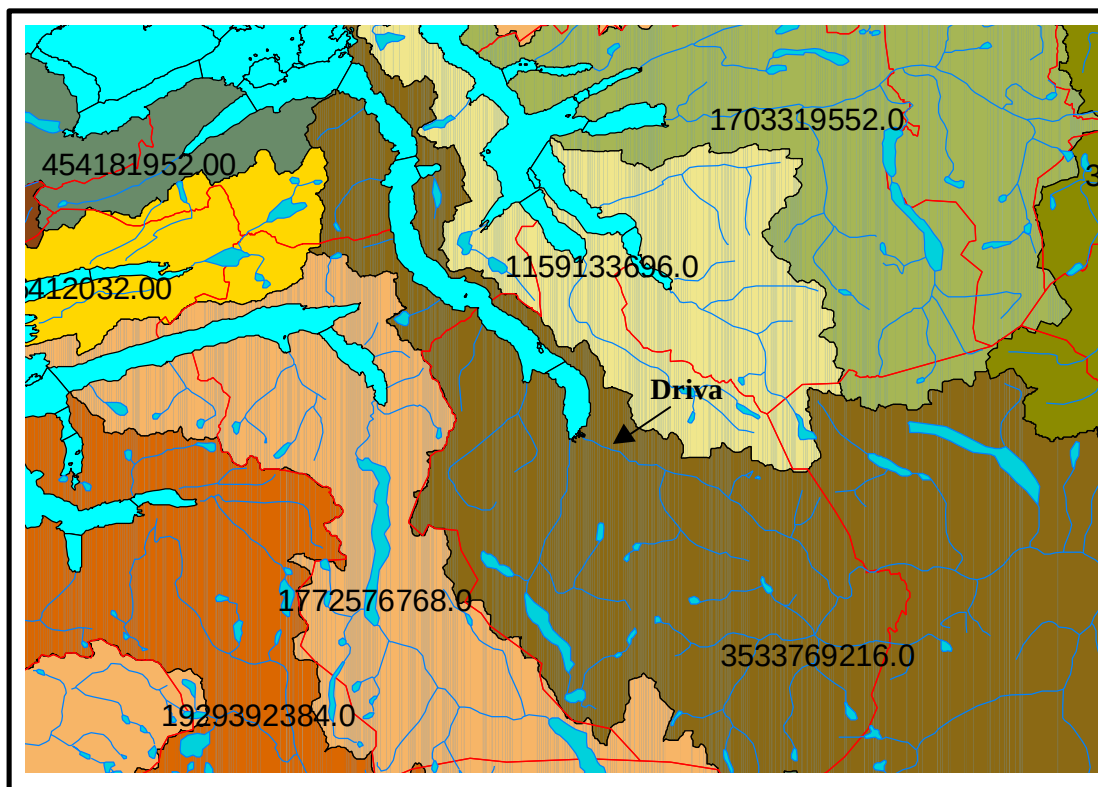
Figur 1 Områdeinndeling Sunndalsfjorden/Tingvollfjorden

2.2 Vannmassene

Vannmassene i Sunndalsfjorden kan generelt deles inn i en tre lags modell (Molvær, 1989):

- 1-5 meter tykt brakkevannslag på toppen
- intermediært sjøvannslag i midten
- bassengvann under terskeldypet på 120 meter

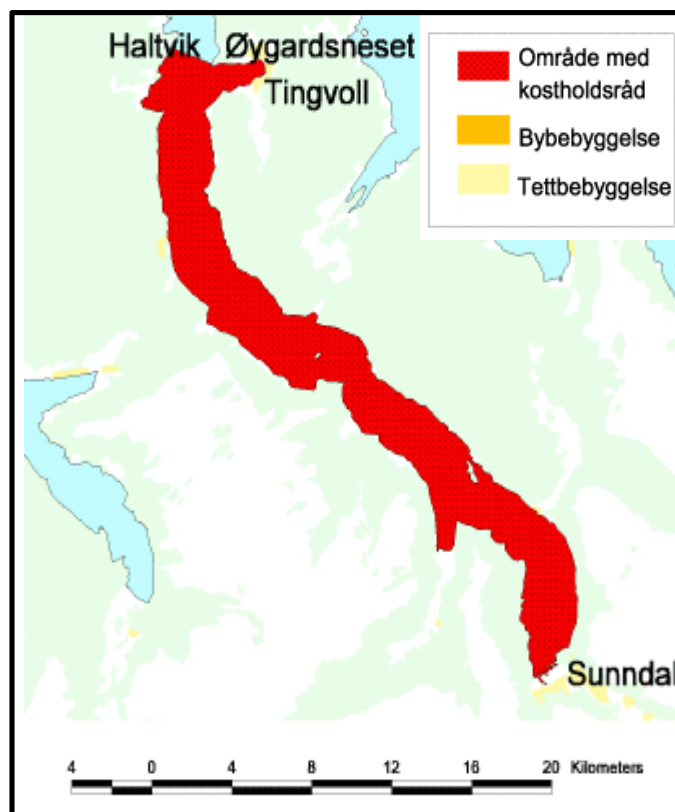
Vannutskiftingen i de øvre ca 0-15 m dyp styres i stor grad av ferskvannstilførselen fra Driva og Litledalselva. Dette medfører en utadgående overflatestrøm på vestiden av fjorden. På østsiden av fjorden er strømmene svakere og mindre retningsbestemte. På dyp større enn 15 m utjevnes trolig forskjellene mellom øst og vestsiden av fjorden ved at tidevannsstrømmer, vindpåvirkning og effekter av tetthetsvariasjoner i de ytre fjordområdene dominerer. Oppholdstiden til vannmassene er for overflatevannmassene beregnet til å være et døgn, intermediære vannmasser ca 6-7 døgn (Molvær, 1990). Sunndalsfjorden mottar avrenning fra et relativt stort område (3533769216 m^3), der Driva er hovedtilførselskilden (Figur 2).



Figur 2 Nedbørsfelt Sunndalsfjorden

2.3 Kostholdsrådet

Sundalsfjorden er underlagt kostholdsråd som følge av høye PAH-konsentrasjoner. Kostholdsrådet for Sundalsfjorden ble sist vurdert i 2002. Da ble konsum av skjell og lever fra fisk fanget i innenfor en linje mellom Haltvik og Øygardsneset frarådet (Figur 3).



Figur 3 Område underlagt kostholdsråd i Sunndalsfjorden (kilde: SNT hjemmesider).

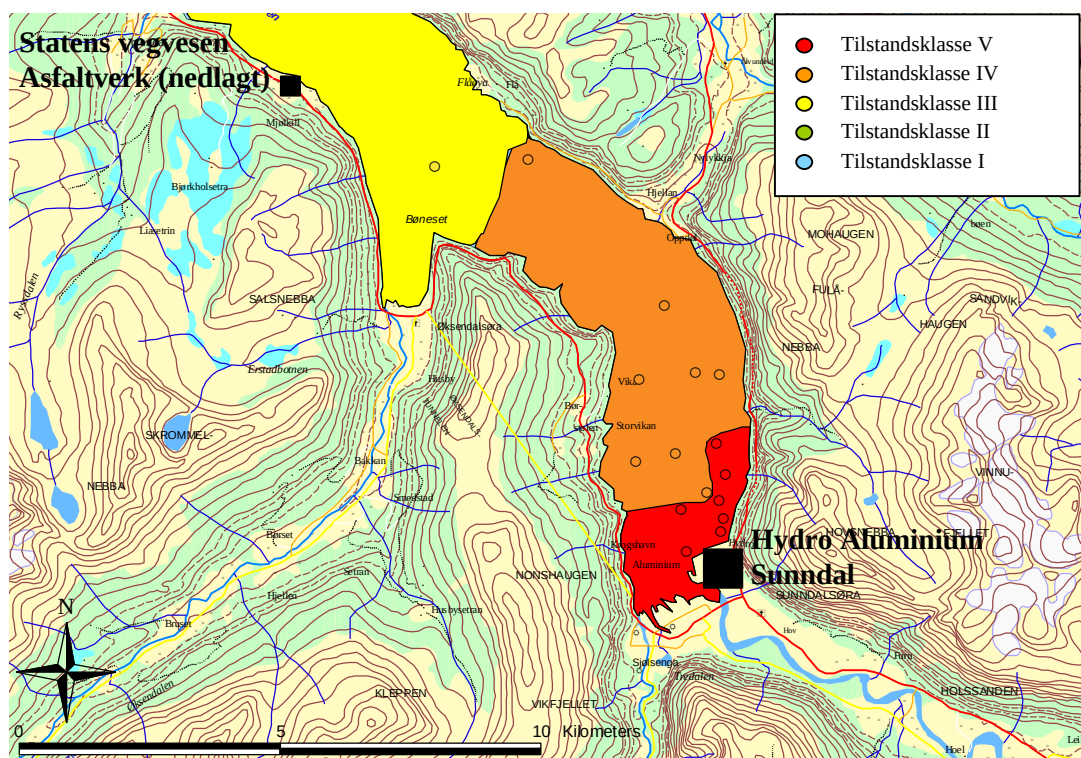
3. Beskrivelse av forurensningssituasjonen i sediment og biologisk materiale

Sundalsfjorden er delt inn i 4 delområder (Figur 1) som nedenfor vil bli presentert hver for seg. Sedimentenes miljøtilstand er presentert i digitale forurensningskart basert på data samlet inn i perioden fra 1986 til 2003. Digitale kartpresentasjoner er også laget for tilstand i bløtbunnsfaunasamfunn. Kartene er klassifisert etter SFTs miljøkriterier i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997). En oversikt over PAH og metallanalyser i o-skjell, strandsnegl, grisetang og blæretang er presentert i vedlegg 3.

3.1 Område 1 (Sunndalsøra-Bøneset/Flåøya)

Sedimentdata

PAH-konsentrasjonen i overflatesedimentene har de siste årene avtatt noe som følge av reduserte industriutslipp til sjø fra Hydro Aluminium Sunndal. Imidlertid, de siste undersøkelsene gjort i området (Næs, 1991, Næs et al. 1999) tyder fremdeles på at overflatesedimentene er sterkt til meget sterkt forurensset med hensyn på PAH i henhold til SFTs miljøkriterier for forurensede sedimenter (Figur 4). I undersøkelser foretatt i 1987 registrerte man PAH-konsentrasjoner opp mot 2500 ganger det normale (tilstandsklasse V). I tillegg til PAH, ble det registrert kvikksølv og kadmiumkonsentrasjoner 10 til 20 ganger bakgrunnsnivået (Næs & Rygg, 1988). Oppfølgende undersøkelser av PAH-konsentrasjoner i sedimentene i 1991 (Næs, 1991) og 1995 (Næs et al. 1999) viste en forbedring i forhold til verdiene målt i 1987. I 2000 undersøkte Næs et al. (2001) sedimentene i de indre deler av Sundalsfjorden med hensyn på noen utvalgte metaller. Analysene viste at sedimentene var ubetydelig-lite forurensset av metaller (Figur 10, 12, 13, 15-18).



Figur 4 PAH forurensing i område 1. Området er delt inn etter SFTs klassifisering av miljøgifter i sedimenter (Molvær et al. 1997). Grensene for de ulike klassene er trukket manuelt på bakgrunn analyseresultater fra tidligere undersøkelser av overflatesedimentene (0-2 cm).

Sedimentprøver fra Sunndalsfjorden (område 1) ble i 1991 benyttet til å undersøke frigivelse av PAH fra forurenset sjøbunn (Næs, 1991). Resultatene viste at frigivelsen var avhengig av PAH-konsentrasjonen i sedimentet og graden av forstyrrelse sedimentet utsettes for. Rapporten antydte ved beregninger at dersom sedimentet har PAH-konsentrasjoner på 500 µg sum PAH/g, frigis det 100 kg/km²/år.

I forbindelse med legging av sjøvannsledinger, arbeid foran industrideponiet og omlegging av virksomheten til Hydro Aluminium Sunndal, ble det i 2002 plassert ut passive prøvetakere (SPMD). De registrerte PAH-konsentrasjonene utenfor deponiet ved Hydro Aluminium Sunndal (20.000-30.000 ng sum PAH/membran) var betydelig lavere enn verdier fra tilsvarende undersøkelser utenfor Elkem Aluminium Mosjøen i Vefsnfjorden (120.000-700.000 ng/membran, Bakke, 2002). SPMD målinger i vanninntaket til Akvaforsk ved Sunndalsøra (3.000-5.000 ng/membran) var lavere enn verdiene målt utenfor deponiet, men høye i forhold til havneområder generelt (Bakke 2002). Det står i dag fremdeles ute SPMDer utenfor deponiet ved Hydro Aluminium Sunndal. Resultater fra de pågående undersøkelsene ventes ferdig inne utgangen av 2003.

PCB innholdet i sedimentene er ikke undersøkt i dette området (Figur 14).

Biologiskedata

Sundalsfjorden var en av flere fjorder med produksjon av primæraluminium som Oug et al. (1998) undersøkte med henyn på artssammensetning av dyresamfunnene på de dype, bløte bunnene. Analyseresultatene viste at karnivore mangebørstemarkere hadde et høyt individantall i de sterkest PAH forurensede sedimentene. Organismer som spiste bunnfall hadde flest individer i sedimentene med lave PAH, TOC og C/N-verdier. Faunaforskjellene var størst på grunt vann, noe som muligens kunne reflektere påvirkning av PAH i løst fraksjon. Det ble også funnet en signifikant korrelasjon mellom pigghuder og lave PAH-konsentrasjoner.

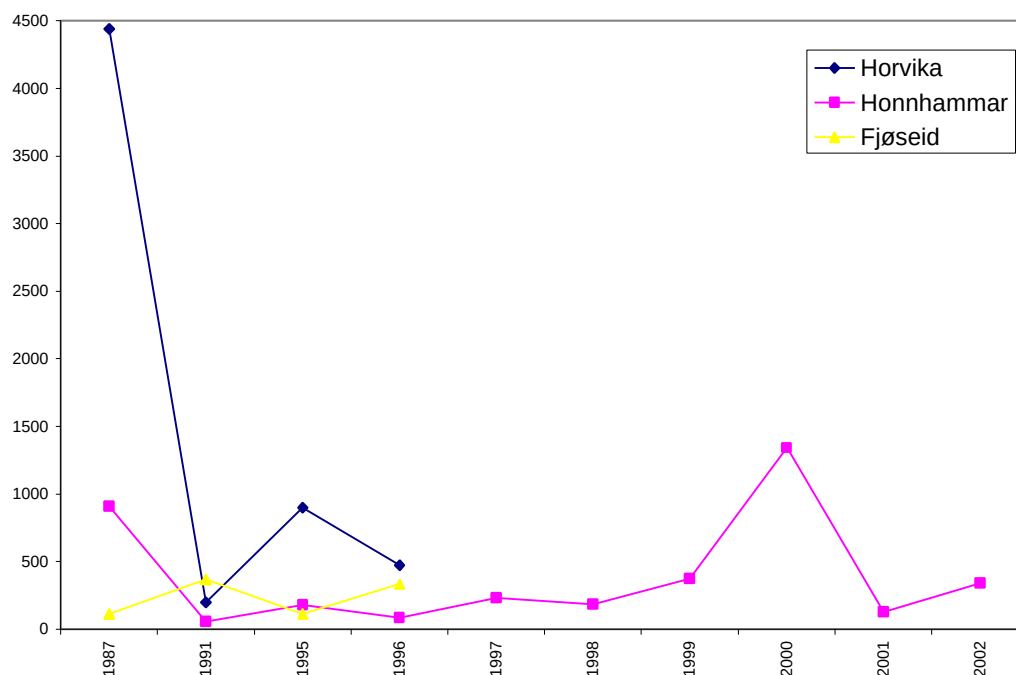
Undersøkelser av akkumulasjon og effekter av PAH på bunnlevende invertebrater og fisk fra Sunndalsfjorden, kunne ikke påvise noen sterk effekt av PAH-forurensningen (Næs et al. 1999). Til tross for dette ble det observert høyest PAH-konsentrasjoner i organismevev innerst i fjorden, der PAH-konsentrasjonen i sedimentene var høyest. Det ble også observert at arter som livnærer seg på bunnfall hadde høyere innhold av PAH enn karnivore organismer. Alle de undersøkte stasjonene i Sunndalsfjorden hadde en rik makrofauna med høyest tetthet på de innerste stasjonene relativt nær Al-verket. Mangebørstemarkere var den viktigste gruppen, men organismer som muslinger, pigghuder og pølseormer var også viktige. Resultatene fra Næs et al. (1999) støtter opp om antagelsen at PAH-komponenter bundet til sot har begrenset biotilgjengelighet. Ingen av de undersøkte stasjonene lå imidlertid helt i nærområdet tilbedriften.

Bløtbunnsfaunaen ble i 1986 undersøkt i område 1 (Næs & Rygg, 1988). Det ble ikke observert noen påvirkning av forurensning på bunnfaunaen, bortsett fra i den indre km av fjorden nærmest smelteverket som da hadde noe lavere artsrikdom (Figur 19A). Det samme ble funnet i 1991 og 1995 (Næs et al. 1999). Næs et al. (1999) knytter nedgangen i artsmangfoldet til forhøyede PAH-konsentrasjoner. Holthe og Stokland (1980) relaterte imidlertid den avtagende artsdiversiteten innover i fjorden til økende grad av ferskvannpåvirkning.

PAH-konsentrasjonen i blåskjell, strandsnegl og o-skjell ble undersøkt i 1987 (Knutzen, 1989) og viste konsentrasjoner 10 til 250 ganger bakgrunnsverdien (tilstandsklasse II til IV for blåskjell). De høyeste verdiene ble funnet i prøvene tatt nærmest Sunndalsøra (Fonnastein, Figur 9), og o-skjell hadde de høyeste verdiene. Oppfølgende undersøkelser i 1991 viste PAH-konsentrasjoner på 2 til 10 ganger bakgrunn (Konieczny & Knutzen, 1992). Dette tydet på en forbedring i forhold til 1987. PAH-konsentrasjonen i muslinger var dermed redusert med 90 %. i forhold til 1987 verdiene.

Som følge av vanskeligheter med å finne naturlige forekomster av blåskjell i indre Sunndalsfjorden, valgte Næs et al. (2001) å sette ut rene blåskjell hentet inn fra en ren lokalitet utenfor Sunndalsfjorden. Blåskjellene ble satt ut på lokalitetene Mannvik, Oppdøl og Fonnastein (Figur 9), og viste tilstandsklasse II (moderat forurenset) i henhold til SFTs miljøkvalitetskriterier. De utsatte blåskjellene døde imidlertid raskt etter første innsamling, trolig som følge av stor ferskvannspåvirkning. Undersøkelsen ble derfor supplert med analyser av PAH i strandsnegl fra de samme lokalitetene. Analysene viste høyere verdier (657 µg/kg) på østsiden (Fonnastein) av fjorden enn på vestsiden (138 µg/kg, Viken). Sammenlignes disse verdiene med undersøkelsene gjort på strandsnegl fra samme lokalitetene i 1987 (Knutzen, 1989) og 1991 (Konieczny & Knutzen, 1992), har det vært en betydelig forbedring av miljøtilstanden.

Programmet JAMP (Joint Assessment and Monitoring Programme) gjorde i 1995 og 1996 undersøkelser av blåskjell i Horvika (Figur 5) som viste tilstandsklasse III (markert forurenset). Verdiene var 3 til 4 ganger høyere enn registreringene gjort på samme lokalitet i 1991, men mye lavere enn verdiene fra 1987 (Figur 5).



Figur 5 Utviklingen av PAH i blåskjell. S sammensatte av data fra 1987 til 2002 på tre stasjoner i Sunndalsfjorden (JAMP).

Undersøkelser foretatt av PAH i lever og filet fra fisk i 1987 (Knutzen, 1989) viste ingen vesentlig PAH-forurensning. Heller ikke i 1991 ble det påvist vesentlige mengder PAH i fisk (Konieczny & Knutzen, 1992). Næs et al. (1999) fant heller ikke skader av PAH på arvemateriale i leverceller til bunnlevende fisk. Dette er imidlertid påvist i Sverige (Ericson et al. 1998).

3.2 Område 2 (Bøneset/Flåøya - Rausand)

Sedimentdata

Sedimentene i område er moderat til ubetydelig forurensset med hensyn på metaller og PAH. PAH-konsentrasjonene avtar med økende avstand fra Sunndalsøra (Figur 11).

Oppdrettsanlegg har enkelte steder som på Merraberget, ført til opphoping av organisk materiale under mærene. I tillegg ble det registrert kobberverdier i tilstandsklasse II og sink i tilstandsklasse III (Fagerhaug et al. 2002) ved Merraberget. Merraberglokaliteten var lite til ubetydelig forurensset av PCB (Wypianska, 2002). Andre lokaliteter med oppdrettsanlegg i området som f.eks. Samuelsberga (Figur 23), viser liten eller ingen påvirkning på bunnsedimentene (Sandnes, 2000).

Biologiskedata

Analyser av PAH-konsentrasjoner i blåskjell i perioden fra 1987 til 2002 tyder på at området er moderat til markert forurensset (tilstandsklasse II og III) av PAH (Knutzen, 1989., Konieczny & Knutzen, 1992., JAMP, 2002).

Ved oppdrettslokaliteten Merraberget (Figur 23) ble det i 2001 foretatt bløtbunnsfaunaanalyser. Miljøet ble klassifisert innen tilstandsklasse V, dvs. meget dårlig med hensyn på artsmangfoldet (Stokland, 2001). Årsaken til dette var trolig høy tilførsel av organisk materiale fra oppdrettsanlegget kombinert med redusert vannutskifting.

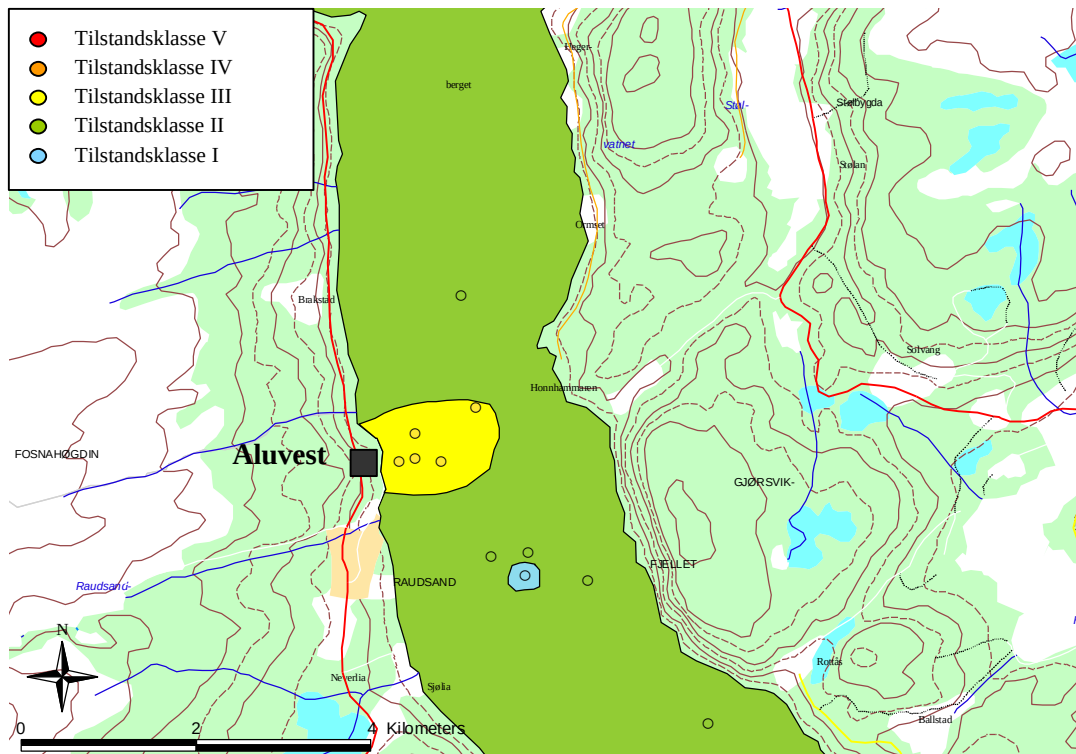
3.3 Område 3 (Raudsand)

Raudsandområdet er blitt undersøkt flere ganger i forbindelse industrivirksomheten. Området inngikk i Statlig program for forurensningsovervåkning som startet i Sunndalsfjorden i 1986. Det ble i den forbindelse foretatt grundige undersøkelser av sedimenter og biologi, samtidig som det er blitt foretatt kontroller med utslipp fra industrivirksomheten. Området ble i 2003 grundig undersøkt med hensyn på sammensetning av bløtbunnsfauna, hardbunnsfauna og miljøgifter i sedimenter (Rygg et al.2003).

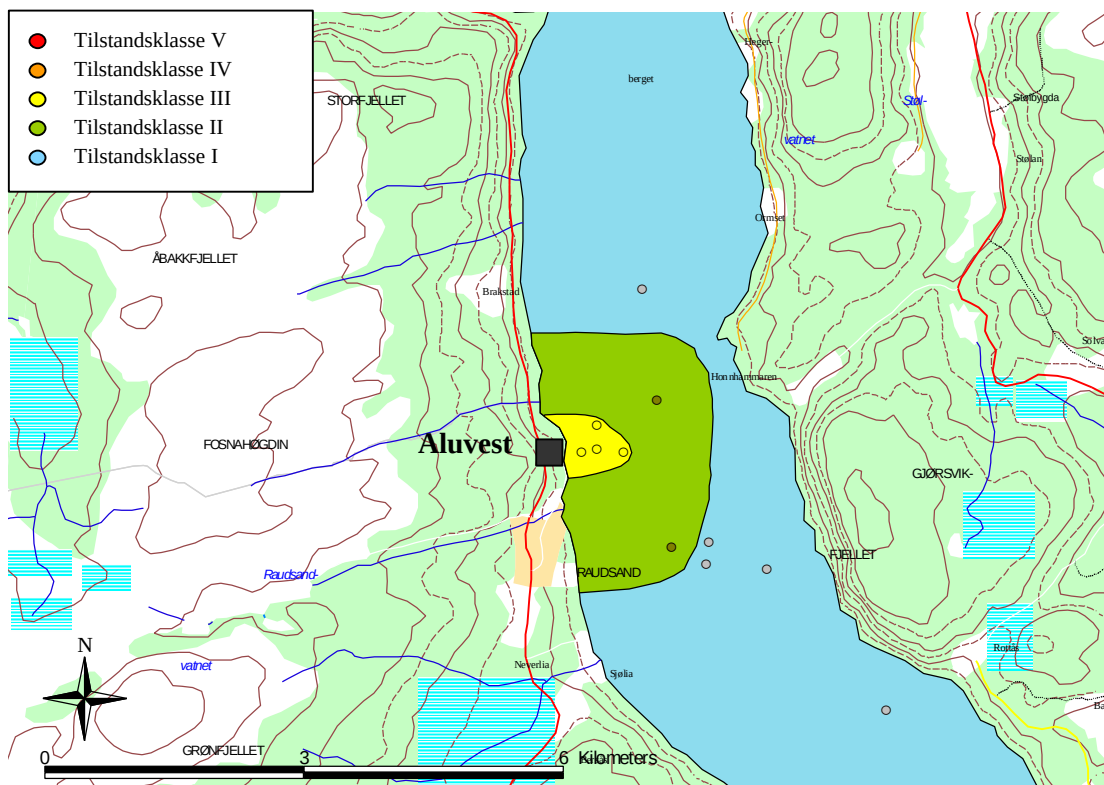
Sedimentdata

Undersøkelser av PAH-konsentrasjonene i sedimentene utenfor Raudsand ble første gang målt i 1986 (Næs & Rygg, 1988). Analysene viste at sedimentene hadde de laveste PAH-verdiene i hele fjorden, også lavere enn stasjoner som lå lenger ut i fjorden. Årsaken til dette var trolig fortynningseffekten utslippene fra Rausand gruver har hatt på konsentrasjonen.

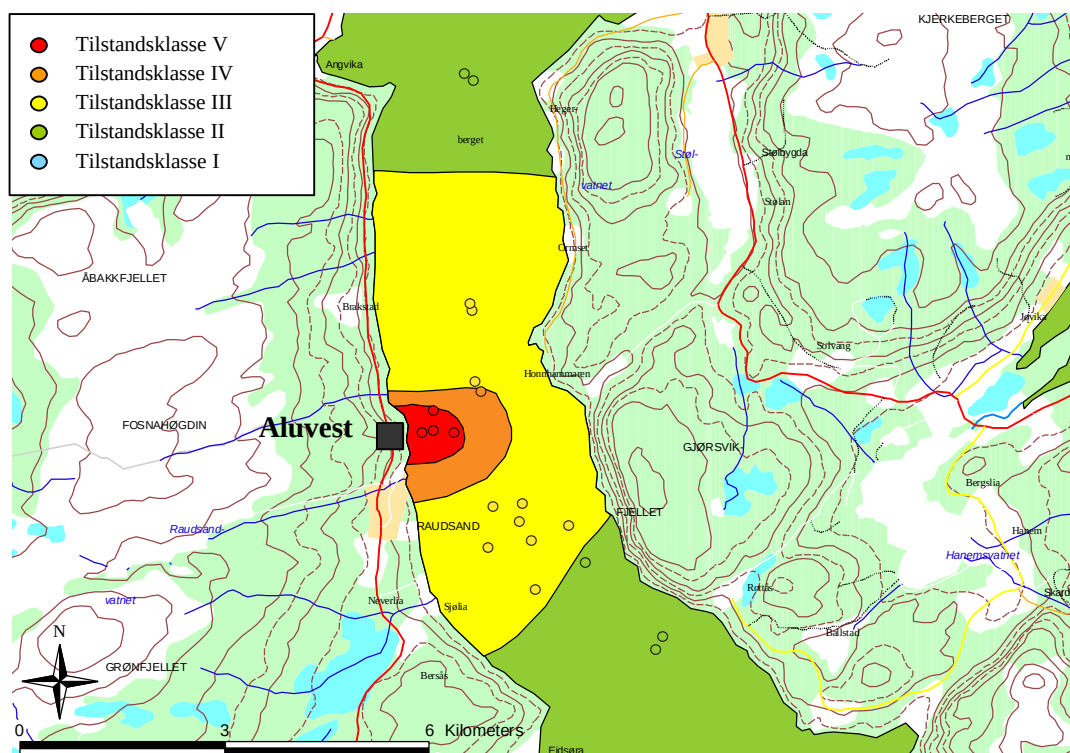
Sedimentundersøkelsene fra 1986 (Næs & Rygg, 1988) og 1988 (Rygg & Næs, 1989) konkluderte med at gruvedriften hadde påvirket et ca 4 km² stort området. Innen dette området ble det registrert forhøyede konsentrasjoner av kobber, jern, og vanadium. Kobberkonsentrasjonene var i 1986 og 1988 10 ganger høyere enn bakgrunnsverdiene (tilstandsklasse III, markert forurensset). På de samme stasjonene ble det i 2003 registrert kobberkonsentrasjoner 20-30 ganger bakgrunnsverdiene (Rygg et al. 2003). Nær utslippet fra Aluscan/Aluvest ble det i 2003 registrert kobberkonsentrasjoner i tilstandsklasse V (meget sterkt forurensset, Figur 8 og 10). Området som er meget sterkt forurensset av kobber, strekker seg ca. 1 km² rundt Raudsand. Kobberkonsentrasjonen i overflatesedimentene avtok gradvis til ca. 4 km avstand fra Raudsand. I området rundt Raudsand er det også funnet forhøyede verdier av aluminium, jern, bly (tilstandsklasse III, Figur 6 og 13), sink (tilstandsklasse III, Figur 12) og kadmium (tilstandsklasse III, Figur 7 og 18), i tillegg ble det registrert PCB-konsentrasjoner i tilstandsklasse III og IV (Rygg et al. 2003).



Figur 6 Blykonsentrasjonen i sedimentene utenfor Raudsand. Grensene er trukket manuelt ut fra tidligere prøvetatte stasjoner i området.



Figur 7 Kadmiolkonsentrasjonen i overflatesedimentene (0-2 cm) utenfor Rausand. Grensene er trukket manuelt ut fra tidligere prøvetatte stasjoner i området.



Figur 8 Kobberkonsentrasjonen i overflatesedimentene (0-2 cm) utenfor Rausand. Grensene er trukket manuelt ut fra tidligere prøvetatte stasjoner i området.

Biologidata

Det ble i 1986 observert nedsatt artsmangfold i bløtbunnsfaunaen utenfor Rausand (Næs & Rygg, 1988). Årsaken til dette var trolig høye kobberkonsentrasjoner i overflatesedimentene. Også i 1988 ble det påvist at bløtbunnsfaunaen rundt Rausand trolig er påvirket av de høye kobberkonsentrasjonene i overflatesedimentene (Rygg & Næs, 1989). Bløtbunnsfaunaen ble nylig undersøkt på nytt (Rygg et al. 2003). Resultatene fra denne undersøkelsen viste at stasjonene i nærområdet til Aluvest (0.5-1 km²) var artsfattige og forurensningspreget (tilstandsklasse III og IV, Figur 19A, 19B). På stasjoner lenger unna var faunaen tilnærmet normal. Indikatorartsindeksen (ISI200) som gir et mål for innslaget av ømfintlige arter (Figur 19B), viste tilstandsklasse III i området rundt Raudsand (Rygg et al. 2003).

Pedersen & Golmen (1993) undersøkte i 1993 hardbunnsamfunnet rundt utslippspunktet til Aluscan på 30 meters dyp. Undersøkelsen viste at utslippet kun påvirket organismesamfunnet innen en sone på 5 til 10 meter. Det ble heller ikke funnet noen større vekst av grønnalger rundt utslippet. Det ble derimot registrert en liten økning av grønnalger med økende avstand fra utslippspunktet. Årsaken til dette var trolig at grønnalgene ikke vokser ved høye konsentrasjoner av utslippsvann (Iversen et al. 1993). Nylig gjennomførte hardbunnsundersøkelser utenfor Rausand (Rygg et al, 2003) viste at aluminiumoksyd og stor partikkelforurensning fra land har medført dårlige substratforhold for fastsittende alger og dyr. I tillegg var området tydelig næringssaltbelastet, noe som trolig skyldes utslipp av ammoniakk og fosfin. Effektene var begrenset til selve industriområdet, dvs. innen 500 m avstand fra Aluvest.

Metallanalyser foretatt på blåskjell, grisetang og blæretang i Kristinvik (Figur 9) ca 500 meter nord for Raudsand, viste ingen tydelige tegn til anrikning av kobber eller andre elementer (Knutzen, 1989). For alle elementene lå verdiene innenfor ubetydelig til lite forurensset.

3.4 Område 4 (Rausand - Haltvik/Øygardsneset)

Sedimentdata

Sedimentanalysene som finnes fra området (Næs & Rygg, 1988., Rygg et al. 2003, Rygg & Næs, 1989, Figur 10-18) tyder på liten forurensningsbelastning. PAH-konsentrasjonene ble i 1986 målt til ca 10 ganger bakgrunnsverdi, noe som tilsvarer tilstandsklasse III.

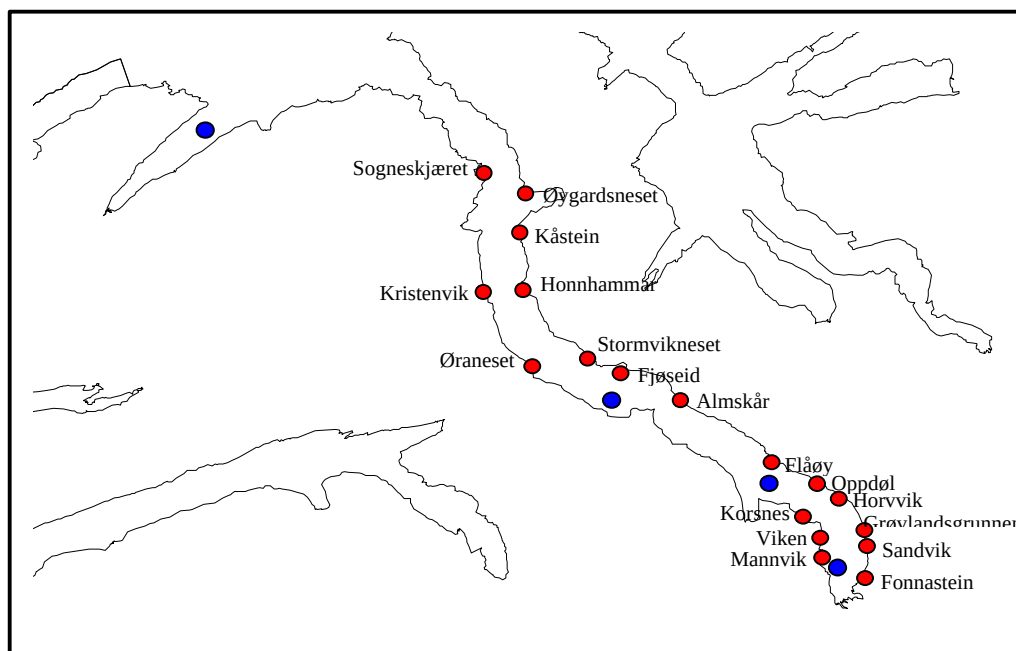
Miljøtilstanden under noen av oppdrettsanleggene fra denne delen av fjorden er også undersøkt. Under alle de undersøkt anleggene (Honnhammarvika, Hegerbergtrøa og Sjølsvik) ble det funnet gode til meget gode forhold og lite akkumulasjon av organisk materiale (Sandnes, 2000a., Sandnes, 2000b., Woll et al.).

Biologiskedata

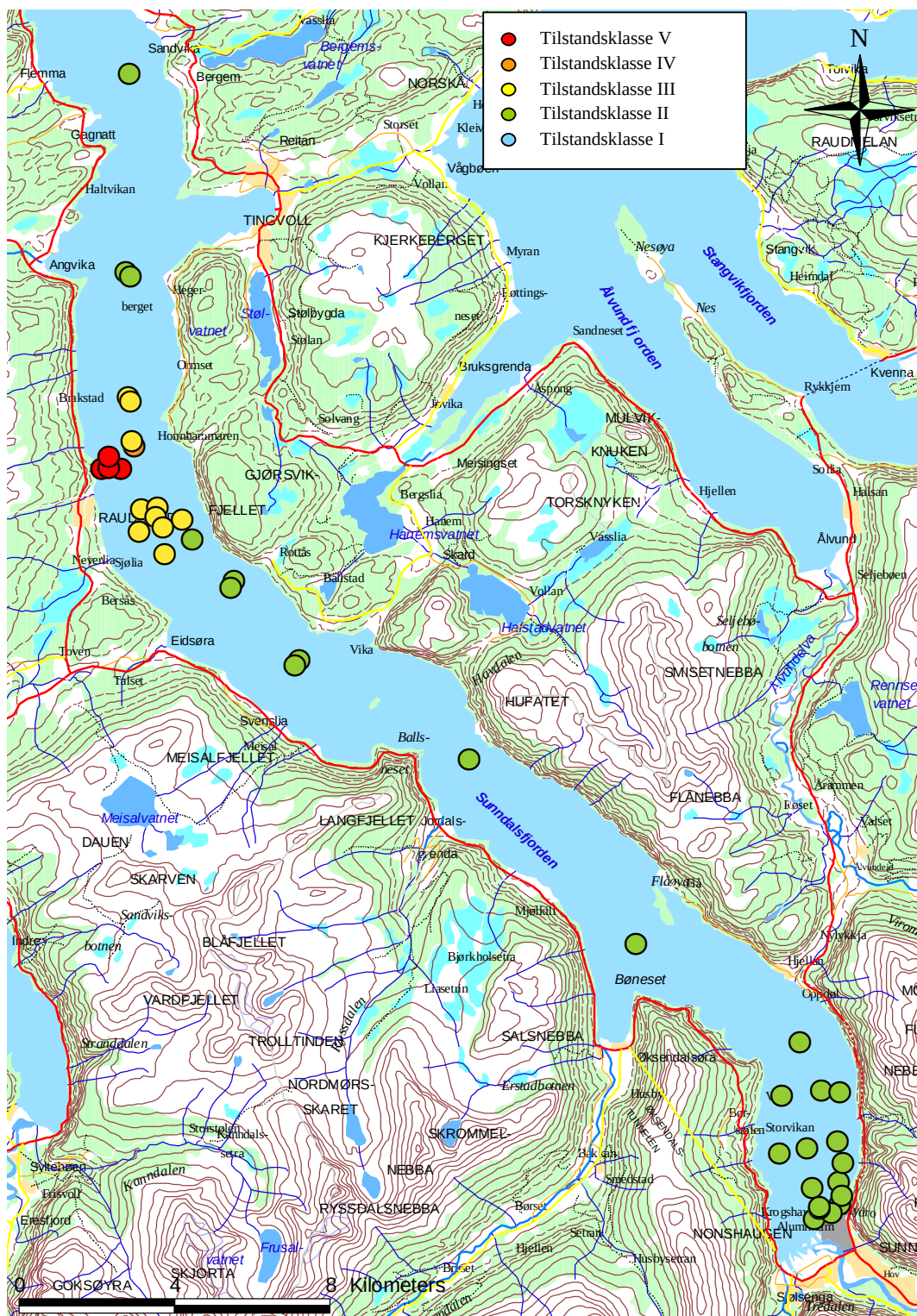
PAH er blitt undersøkt i blåskjell fra flere stasjoner i dette område. I 1987 (Knutzen, 1989) lå PAH-verdiene i blåskjell mellom tilstandsklasse II og III (Vedlegg 3). Det hadde forbedret seg noe frem til 1991 da verdiene viste tilstandsklasse I (Konieczny & Knutzen, 1992). Fra 1995 er det foretatt målinger av PAH i blåskjell en gang i året fra Honnhammarvika (Figur 5). Resultatene viser at PAH-konsentrasjonen gikk ned i perioden fra 1987 til 1991. Verdiene stabiliserte seg deretter på et relativt lavt nivå (moderat til markert forurenset, Figur 5). I 2000 ble det registrert unormalt høye verdier ved Honnhammarvika (Figur 5). Årsaken til de høye verdiene er ikke avklart.

PAH-konsentrasjonen i filet og lever fra torsk og sandflyndre, ble i 1992 undersøkt i dette området (Konieczny & Knutzen, 1992). Analysene viste lavt innhold av PAH og ingen KPAH (kreftfremkallende PAH forbindelser) i filet. I området 4 ble det ikke observert PAH i fiskelever, i motsetning til område 1, der det ble observert lave PAH-konsentrasjoner i fiskelever.

Holthe og Stokland undersøkte i 1978 og 1979 bløtbunnsfaunaen på to stasjoner utenfor Tingvoll. De observerte en lavere artsdiversitet i 1979 enn i 1978. Årsaken til dette var trolig at faunaen er svært flekkevis fordelt i området og/eller at prøvene ikke ble tatt på samme sted



Figur 9 Plassering av stasjoner for analyse av o-skjell, strandsnegl, blåskjell, grisetang og blæretang fra Sunndalsfjorden (●). Stasjonsplassering Nes et al. 1999 (●). Stasjoner for fangst av fisk er ikke tatt med.



Figur 10 Digitalt forurensningskart over kobber-konsentrasjonen i overflatesedimentene (0-2 cm).



Figur 11 Digitalt forurensningskart over PAH-konsentrasjonen i overflatesedimentene (0-2 cm).



Figur 12 Digitalt forurensningskart over sink-konsentrasjonen i overflatesedimentene (0-2 cm).



Figur 13 Digitalt forurensningskart over bly-konsentrasjonen i overflatesedimentene (0-2 cm).



Figur 14 Digitalt forurensningskart over PCB-konsentrasjonen i overflatesedimentene (0-2 cm).



Figur 15 Digitalt forurensningskart over nikkel-konsentrasjonen i overflatesedimentene (0-2 cm).



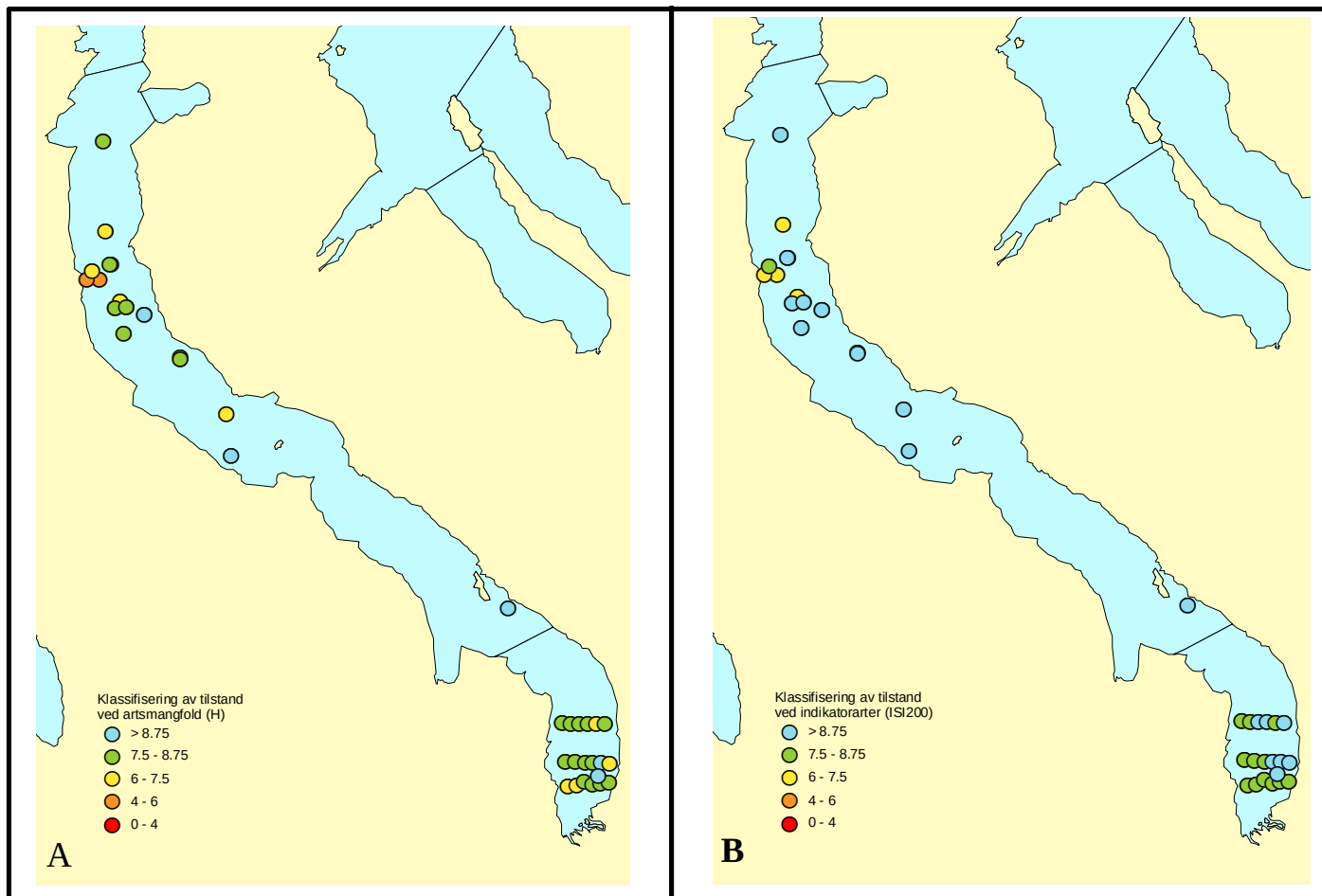
Figur 16 Digitalt forurensningskart over krom-konsentrasjonen i overflatesedimentene (0-2 cm).



Figur 17 Digitalt forurensningskart over kvikksølv-konsentrasjonen i overflatesedimentene (0-2 cm).



Figur 18 Digitalt forurensningskart over kadmium-konsentrasjonen i overflatesedimentene (0-2 cm).



Figur 19 A: Klassifisering av tilstand i bløtbunnsfaunasamfunn basert på artsmangfold (H) **B:** Klassifisering av tilstand i bløtbunnsfaunasamfunn basert på indikatorarter (ISI200).

4. Kilder

4.1 Punktkilder

4.1.1 Industri

Utslipp fra industrien er begrenset til relativt få bedrifter (Figur 20). Informasjon om utslippene til de ulike bedriftene er hentet fra ulike overvåkningsrapporter og INKOSYS. INKOSYS er en database med industribedrifter som har utslippskonsesjon gitt av SFT og Fylkesmannens- miljøvernavdeling. Utslippsdata fra bedriftene med utslippstillatelse finnes i vedlegg 1.



Figur 20 Oversikt over plassering av industribedrifter rundt Sunndalsfjorden

Rausand gruver

Rausand gruver drev tidligere utvinning av vanadium- og titanholdig jernmalm. Denne virksomheten stoppet opp i 1983.

Aluvest

Aluvest (tidligere Aluscan) startet sin virksomhet på Rausand i 1986. Bedriften driver med gjennvinning av aluminium fra aluminiumsindustrien. I prosessen genereres saltslagg og møllestøv, som på grunn av tungmetallinnholdet og potensiale for utvikling av giftige og brannfarlige gasser, er klassifisert som spesialavfall. Saltslagget ble tidligere deponert i Rausand gruver. Siden 26.07.02 har bedriften hatt midlertidig tillatelse fra SFT til å mellomlagre saltslagget i åpent deponi på bedriftens område. Dette foregår i påvente på at oksidfabrikken Alox Nor skulle komme i gang med produksjonen.

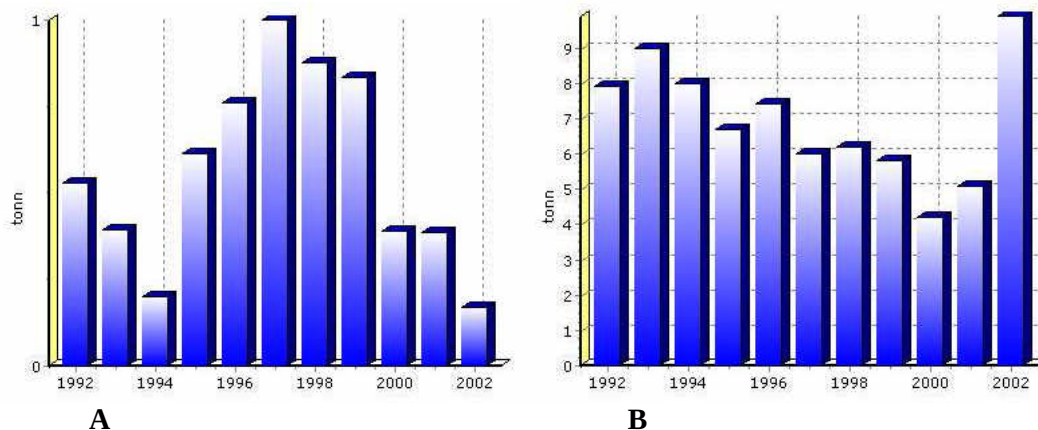
Iversen et al. (1993) har undersøkt avløpsvannet fra Rausand gruver der saltslagg og møllestøv fra produksjonsprosessen har vært deponert. Avløpsvannet fra gruva hadde høy pH (9-10), høyt innhold av aluminium og ammonium, samt et noe toksiske forbindelser som hydrogensulfid (H_2S) og fosfin (PH_3). Det ble også foretatt laboratorieforsøk på avløpsvannet, der effekter på planktoniske alger ble påvist ved 100x fortynning. På bakgrunn av døgnkontinuerlige målinger i 2000 og 2001 ble det beregnet et årlig utslipp fra gruva på ca.

1,3 mill m³ avløpsvann. Beregningene antyder et årlig utslipp på ca. 365 tonn ammonium, 56 tonn aluminium, 16 tonn totalflourid og 0,87 tonn totalfosfor fra gruva (Iversen 2001., Iversen & Schaanning 2002). Analyser av faststoffet i produksjonen ved Aluvest (Iversen & Schaanning, 2002., Schaanning, 2002) antyder et høyt innhold av kobber, sink, bly og nikkel.

Hydro Aluminium Sunndal

Hydro Aluminium Sunndal startet sin virksomhet i 1954. Bedriften fremstiller av primæraluminium og ferdig metall. Bedriften hadde før omlegging av produksjonsprosessen i 2002/2003 (til 100 % Prebake-teknologi) en kapasitet på 155.000 årstonn råaluminium og 200.000 tonn ferdig metall. Når moderniseringen av produksjonen er ferdig i 2004, utvides produksjonen til over 320.000 årstonn råaluminium.

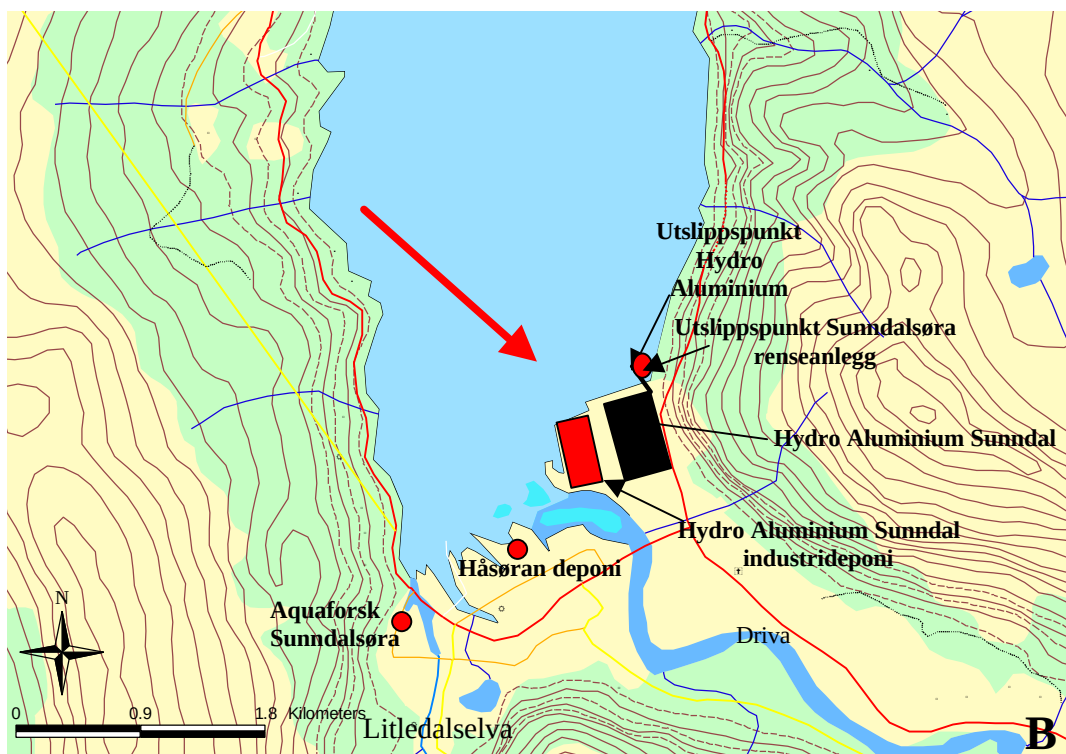
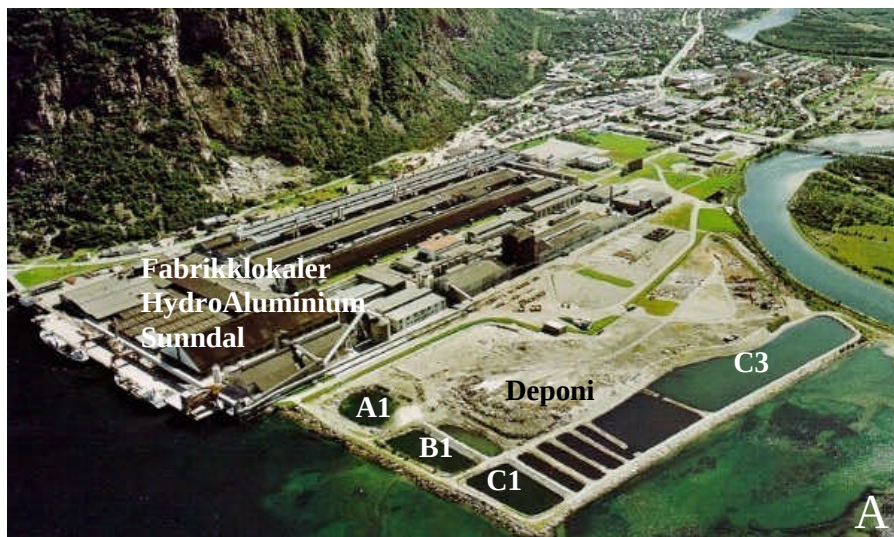
Bedriften har hatt utslipp av prosessvann til sjø. Prosessvannet har hatt høye konsentrasjoner av tjærestoffer, PAH og flourid (SFT Bedriftsspesifikk miljøinformasjon). Smelteverkets direkte utslipp av PAH til sjøvann har de siste årene blitt betydelig redusert (Figur 21A, vedlegg 1). Dette skyldes endringer i produksjonsprosessen og gjennomføring av rensetiltak. Som et resultat av dette, har PAH-konsentrasjonen i overflatesedimentene avtatt noe. De økte utslippene til luft i 2001 og 2002 (Figur 21B) skyldes noen få enkelthendelser, blant annet strømutfall med etterfølgende ustabil drift. I forbindelse med at Hydro Aluminium Sunndal legger om produksjonsprosessen til 100 % Prebake, er det beregnet at en skal få en ytterligere reduksjon av utslipp fra fabrikkens selv om produksjonen øker. Data som bygger opp til det tallmaterialet som bedriften hvert år sender til SFT (Figur 21), viser pr. 3. kvartal d.å. omregnet til helårstall, at utslippet til luft for 2003 av PAH vil bli ca. 1,3 tonn og tilsvarende 0,04 tonn PAH til sjø. Produksjonen ved det gamle Søderberganlegget ble stoppet ved utgangen av 2002. Det nye anlegget vil stå ferdig i 4. kvartal 2004.



Figur 21 Utslipp av PAH fra Hydro Aluminium Sunndal. **A - Utslipp til vann, B - Utslipp til luft.** Figurer er hentet fra SFTdatabasen, Bedriftsspesifikk miljøinformasjon. Tall fra 2003 er ikke lagt inn, men foreløpige tall fra Hydro Aluminium Sunndal tyder på at utslippene for 2003 er betydelig redusert (PAH til luft: 1,3 tonn, PAH til sjø: 0,04 tonn).

Hydro Aluminium Sunndal har anlagt et industriavfallsdeponi ved smelteverket som dekker et areal på ca 200.000 m² (Figur 22 A, B). Deponiet har etter tillatelse fra SFT mottatt forskjellige typer prosessavfall, katode/anodeavfall, filtersot/slam fra røykgassrensing, tjærerester, støperislagg, sandblåsestøv m.m. All deponering av prosessavfall opphørte i 2002. Unntaket er tjæreholdig avløpsvann som føres til settebasseng for løsmassefiltrering før det kommer til sjø. Deponeringen av diverse industriavfall (betong, metallskrap, treverk, emballasje etc.) opphørte på et tidligere tidspunkt. Etter endringer i produksjonsprosessen ved Hydro Aluminium Sunndal vil deponiet benyttes til infiltrasjon av avløpsvann fra anodefabrikken. De deponerte massene inneholder betydelige mengder PAH som kan transporteres til sjøen pga. utslipp av prosessvann til sedimentasjonsbassengene, påvirkning

fra tidevann/vannstandsendringer, nedbør på området og grunnvannsstrømmer. Utlekkingsberegninger fra deponiet (Bruskeland & Heidenstrøm 2003) har vist at det totalt lekker ut fra 74 til 458 kg PAH /år. Beregningene er noe usikre grunnet usikkerheter i flere av antagelsene. Beregningen inkluderer ikke effekter av korte ekstremperioder. Bruskeland & Heidenstrøm (2003) vurderte minimumsanslaget på 74 kg PAH/år for mer sannsynlig enn maksimumsestimatet på 458 kg PAH/år. Transporten med grunnvannet ligger trolig stabilt, og kan utgjøre <10 % av totalutslippet til sjø pr. 2003. Basseng C3 (Figur 22 A) var pr. 2003 trolig årsaken til den største PAH-tilførselen til fjorden. Utslipp fra andre bassenger (A1, B1, C1, Figur 22A) var i perioden fra 1993 til 2003 betydelig redusert.



Figur 22 A: Bilde av Hydro Aluminium Sunndal. **B:** Oversiktskart industri, deponier og kloakkutslipp ved Sunndalsøra. Rød pil indikerer hvor bilde på 22 A er tatt fra.

Sellgren Industrier

Sellgren Industrier startet sin virksomhet på Tingvoll i 1898. SFT har registrert Sellgren Industrier som en lokalitet der grunnen har liten/ingen kjent påvirkning med dagens areal/resipientbruk. Deponiet ved Sellgren Industrier er registrert som en potensiell kilde til PAH og metall forurensning. Bedriften hadde i 2002 et rapportert utslipp av absorberbare klororganiske forbindelser (0,01 tonn), kadmium (0,02 kg), kobber (22 kg), bly (2,6 kg), sink (11,7 kg), olje (0,14 tonn). Bedriften produserte i 2002 731 tonn spesialavfall (SFT: Bedriftsspesifikk miljøinformasjon).

Franzefoss Gjenvinning

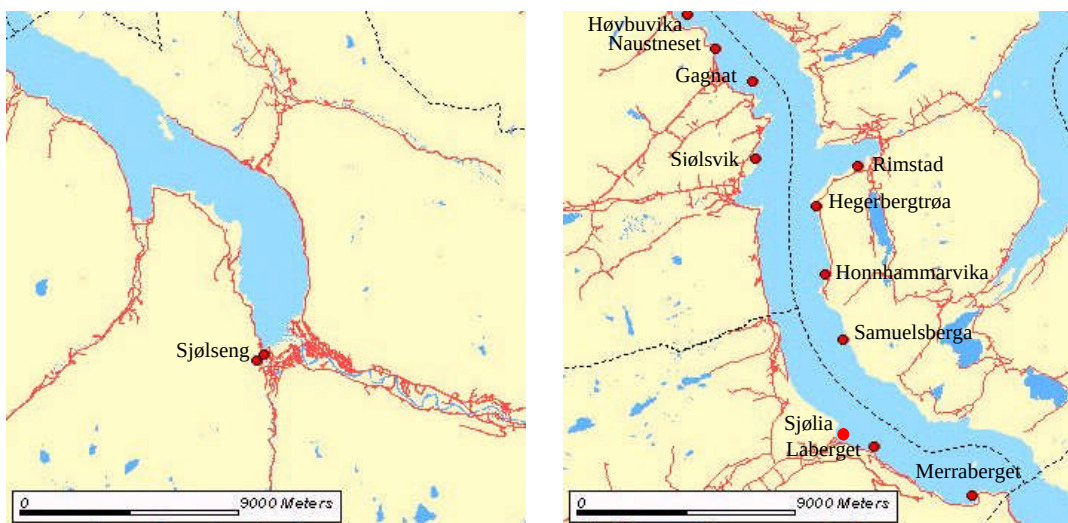
Franzefoss Gjenvinning driver med mottak og mellomlagring av spesialavfall på Sunndalsøra. Bedriften mottar også kommunalt avfall fra Sunndal kommune. Franzefoss Gjenvinning behandlet i 2002 229 tonn spesialavfall, og hadde et totalt mottak av avfall på 19861 tonn (tall fra 2002, SFT: Bedriftsspesifikk miljøinformasjon).

Nordmøre BioEL AS

Nordmøre BioEL AS er et forbrenningsanlegg for avfall lokalisert i Tingvoll kommune. Anlegget mottok i 2001 98 tonn avfall og har utslippstillatelse for noe metaller, nitrogen/karbon forbindelser og dioksiner til luft.

Alvakultur/oppdrettsanlegg

I Sunndalsfjorden er det plassert en rekke oppdrettsanlegg (Figur 23). Disse slipper for det meste ut nitrogen og fosfor, samt noe sink. De årlige tilførslene er ca 391699 kg nitrogen, 81970 kg fosfor og 612407 kg karbon. Det er ikke påvist at oppdrettsanleggenes tilførsel av næringsstoffer, har ført til noe større eutrofiprobler i fjorden. Anleggene kan derimot lokalt gi opphoping av organisk materiale under og i nærheten av mærene. Dette skyldes opphoping avforrester, avføring fra fisk og eventuelle rester av død fisk i kombinasjon med dårlig vannutskifting (Woll et al. 2002., Woll et al. 2001). Oversikt over utslipp fra anleggene er vist i tabell 6.



Figur 23 Oversikt over lokaliteter med oppdrettsanlegg i Sunndalsfjorden/Tingvollfjorden

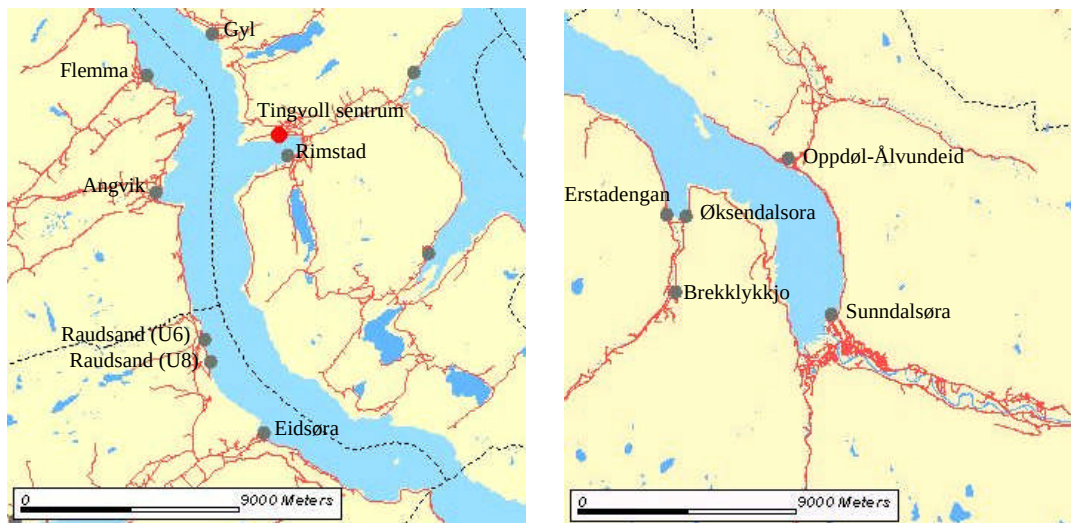
4.1.2 Jordbruk

Jordbruksdriften i regionen er hovedsakelig basert på fôr til melkeproduksjon, kjøttproduksjon (storfe, sau) og fôr til salg. I tillegg dyrkes det mye potet og korn. 70 % av potetproduksjonen i Møre og Romsdal foregår i Sunndal. Totalt utgjør jordbruksarealene i kommunene som grenser til Sunndalsfjorden 91,3 km² (kilde: Statistisk sentralbyrå). I tillegg

til dette kommer avrenning fra jordbruksarealer i kommuner som grenser opp mot elvene (f. eks Driva og Litledalselva).

4.1.3 Kloakkutslipp

Hovedmengden kloakk som tilføres fjordsystemet kommer fra befolkningssentrene Sunndalsøra og Tingvoll (Figur 24). Tilsammen tilføres Sunndalsfjorden ca. 9805 PE (Person Enheter).

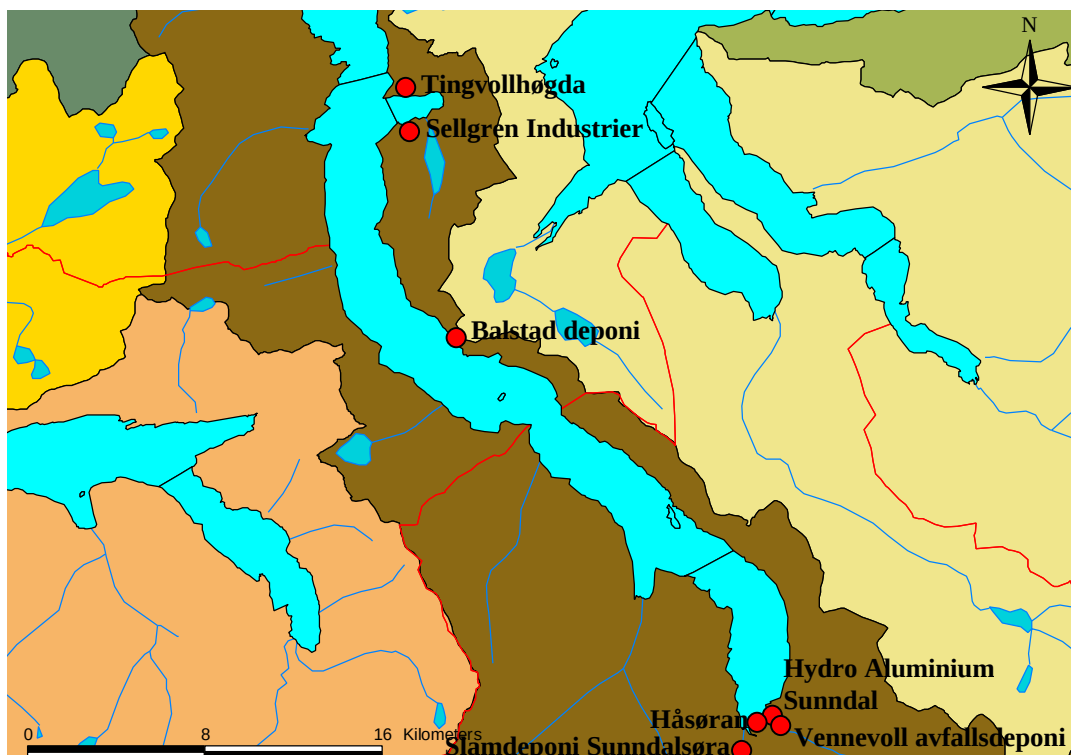


Figur 24 Oversikt over kloakkutslipp i kommunene Sunndal, Tingvoll, Nesset og Gjemnes innenfor kostholdsområdet. ○ = 0-1000 PE, ● = 1000-2000 PE. Data er hentet fra SESAM.

Tabell 5 Oversikt over avløpsanlegg, rensetype og PE (person enheter). Data er hentet fra SESAM databasen. Data for Sunndal kommune er tillatte mengder for de ulike anleggene.

Renseanlegg	Rensetype	Kommune	PE
Sunndalsøra	Sil/Renseanlegg	Sunndal	6000
Brekkykkjo	Slamavskiller	Sunndal	100
Øksendalsøra	Slamavskiller	Sunndal	152
Erstadengan	Sandfilter	Sunndal	100
Oppdøl	Sil/Renseanlegg	Sunndal	500
Eidsøra	Slamavskiller	Nesset	89
Rausand (U8)	Urenset	Nesset	39
Rausand (U6)	Slamavskiller	Nesset	158
Angvik	Urenset	Gjemnes	128
Flemma	Urenset	Gjemnes	118
Gyl	Slamavskiller	Tingvoll	26
Tingvoll sentrum	Sil	Tingvoll	1842
Rimstad	Slamavskiller	Tingvoll	553

4.2 Semidiffuse kilder



Figur 25 Lokalteter med grunnforurensning (data fra SFTs database for grunnforurensning)

4.2.1 Kommunale deponier

Tingvoll kommune

Tingvollhøgda

Tingvollhøgda kommunale avfallsdeponi (Figur 25) ble nedlagt i slutten på 1970-tallet. Det er ikke gjort registreringer på avrenning fra deponiet. SFT har registrert lokaliteten som liten/ingen kjent påvirkning ved dagens areal/resipientbruk (SFTs database over grunnforurensning).

Baldstad deponi

Baldstad kommunale avfallsdeponi (Figur 25) ble nedlagt i 1997. Analyser av pH, tot-N, jern, kadmium og bly ble i 2002 foretatt på sigevann fra deponiet (analyserapport Tingvoll kommune). Klassifiseres analyseresultatene i henhold til SFTs klassifisering for miljøkvalitet i ferskvann (Holtan & Rosland, 1992) er tot-N, pH, bly og jern-konsentrasjonene i tilstandsklasse I ("god"). Deteksjonsgrensen for kadmium i undersøkelsen er for høy for klassifiseringssystemet.

Sunddal kommune

Håsøran

Håsøran kommunale deponi ved Sunndalsøra (Figur 25) er i dag ikke i bruk. Deponiet er overdekket med jordmasser. SFT har registrert lokaliteten som liten/ingen kjent påvirkning ved dagens areal/resipientbruk (SFTs database over grunnforurensning).

Vennevoll

Vennevol kommunale avfallsdeponi i Sunndal kommune (Figur 25) mottok i 200116 tonn avfall. Deponiet mottar kun asbest og eternitt. Det blir foretatt analyser av sigevann fra deponiet en gang per år. Analysene for 2003 ingen tegn til utlekking fra deponiet (analyserapport 19.03.03, Sunndal kommune).

Slamdeponi Sunndalsøra

Slam fra kloakkrenseanleggene i Sunndal kommune deponeres i et landdeponi for avrenning (Figur 25). Slammet blandes etter en stund med bark og brukes som fyllmasse. Det er ikke gjort analyser verken på sigevann fra landdeponiet eller på fyllmassene.

Nesset kommune

Ingen deponier eller utslipp som grenser til tiltaksområdet.

Gjemnes kommune

Ingen deponier eller utslipp som grenser til tiltaksområdet.

4.2.1 Overflateavrenning

Elver

Miljøgifter kan transporteres via elver til Sunndalsfjorden. De største elvebidragene vil kunne komme fra elvene Driva og Litledalselva. Driva er regulert, men vannføringen varierer likevel gjennom året, med ukentlige middelvanns-føringer 1975-89 fra ca. 20 til 230 m³/sekund, med et årsgjennomsnitt på 55 til 75 m³/sekund. Driva og Litledalselva har inngått i overvåkningsprogrammet OSPAR som er finansiert av SFT. Programmet overvåker elvetilførsler fra 10 hovedelver og 145 bielver langs norskekysten. Resultater fra disse undersøkelsene i 2001(Weideborg et al. 2002) viste at Driva og Litledalselva årlig tilfører Sunndalsfjorden ca. 392 tonn nitrogen, 47,36 tonn fosfor, 80 kg bly, 1336 kg kobber, <611 kg krom, <1527 kg sink, <153 kg nikkel, <30,5 kg kadmium og 15,3 kg kvikksølv.

Avrenning fra urbane flater

Studier internasjonalt og i Norge viser at direkte avrenning fra by eller tettsteder utgjør en betydelig kilde til forurensning. Det er ikke gjort beregninger på avrenning fra urbane flater i tettstedene rundt Sunndalsfjorden.

5. Eutrofitilstand

Sunndalsfjorden tilføres årlig nitrogen, fosfor og karbon fra akvakulturnæringen. I tillegg kommer avrenning fra landbruk, utslipp fra husholdninger (kloakk etc) og industri. Målinger gjort på nitrogen, fosfor og oksygen, viser at forholdene generelt er gode i fjorden (upubliserte data fra 2000 og 2001, Havforskningsinstituttet). Det samme ble observert av Molvær (1989). Molvær (1989) registrerte i tillegg forhøyede konsentrasjoner av fosfor i overflatevannmassene utenfor Sunndalsøra. Dette skyldtes sannsynligvis utslipp av kommunal kloakk. Lokalt ble det i 1989 påvist eutrofiering to steder i fjorden, ved Sunndalsøra kommunale utslipp og i Tingvollvågen (Pederson, 1989). Eutrofiering er også blitt påvist i fjæresonen rundt Rausand (Pedersen & Golmen, 1993). Årsaken til dette var trolig utslipp av næringsrikt avløpsvann fra Aluscan/Aluvest. Grønnalger, som er et tegn på eutrofiering, ble ikke observert direkte foran utslippet. Årsaken var trolig at grønnalgene ikke kunne vokse på grunn høye konsentrasjoner miljøfremmede stoffer i utslippsvannet.

Overføring og fiskens ekskresjonsprodukter kan ha ført til lokal eutrofiering, der anleggene har vært plassert på lokaliteter med dårlig vannutskifting. Undersøkelser i områder rundt oppdrettsanlegg har ikke kunnet påvise vesentlig eutrofiering som følge av oppdrettsanlegg.

6. Plan for fase 2

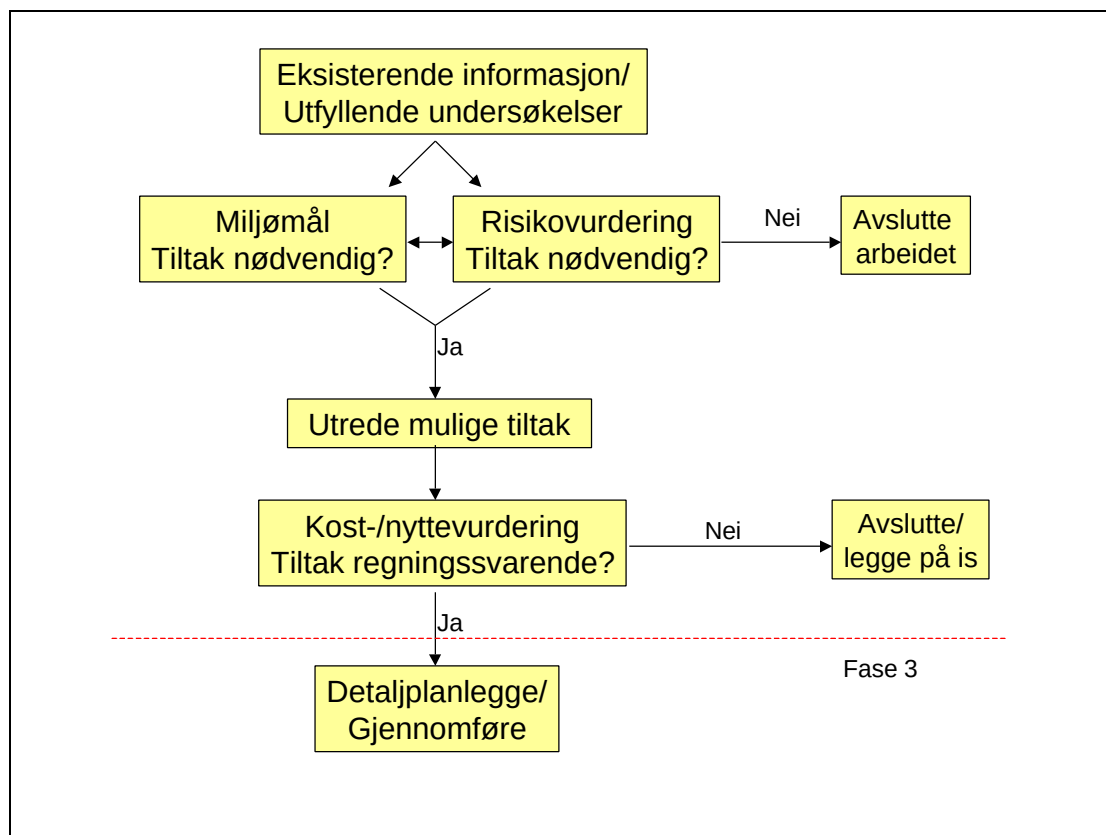
6.1 Generelt

En viktig del av fase 1 i tiltaksplanarbeidet er å planlegge fase 2. I den fasen skal man ta stilling til om det må gjennomføres tiltak, og hvilke tiltak som må gjennomføres i områdene prioritert i fase 1.

Å gjennomføre fase 2 av tiltaksplanen er en omfattende prosess. I figur 26 er det forsøkt å illustrere gangen i prosessen.

Første steg er å vurdere om forurensningssituasjonen og effektene på økosystem/menneskelig helse gjør det nødvendig med tiltak. SFT arbeider med en veileder for risikovurdering av forurenset sediment som vil bli et viktig redskap i dette arbeidet. Grunnlaget for risikovurderingen vil være eksisterende informasjon og supplerende undersøkelser. Videre vil fastsetting av miljømål ha betydning for vurderingen. Et moment som kan påvirke handlingsrommet i fasen der man skal fastsette miljømål og vurdere om tiltak er nødvendig eller ikke, er EUs rammedirektiv for vannforekomster.

Dersom det viser seg nødvendig/ønskelig å gjennomføre tiltak, må tiltak utredes med tanke på mulighet for praktisk gjennomføring og kostnader. I siste instans er det mulighetene for finansiering som kan vise seg å være bestemmende for om tiltak kan gjennomføres eller ikke.



Figur 26 Prinsskisse for gjennomføring av fase 2 av tiltaksplanarbeidet.

6.2 Prioritering av delområder

Et viktig mål med arbeidet knyttet til tiltaksplan for Sunndalsfjorden er å prioritere delområder på grunnlag av forurensningstilstand. I kapittel 2 ble det listet opp 6 mulige kategorier for denne rangeringen. Disse var:

Kategori	Beskrivelse
1.	Høyrisikoområder
	A: Avsluttede kilder
	B: Mulige fortsatt eksisterende kilder
2.	Forhøyede konsentrasjoner, men liten spredningsfare
3.	Data eksisterer, men må suppleres for tilfredsstillende karakterisering
4.	Data eksisterer ikke, må undersøkes nærmere
5.	Områder hvor det kan være interessekonflikter, men hvor det foreløpig er teknisk vanskelig å gjennomføre tiltak
6.	Friskmeldte områder

Karakterisering av et område som kategori 1, "Høyrisikoområde", kan være diskutabelt. Formålet med høyrisikoområdene slik det fremgår av SFTs veiledning er å identifisere konkrete områder som kan "frigjøres" fra resten av tiltaksplanprosessen, slik at tiltak kan settes i verk uten å vente på planprosessen for øvrig. I fase 1 blir det ikke vurdert som formålstjenlig å definere mindre enkeltområder som høyrisikoområder og med det legge opp til en forsert prosess for disse områdene. Arbeidet med tiltaksplanen vil da lett bli fragmentert og øvrige områder vil kunne miste framdriften. Kunnskapsstatus er foreløpig også for dårlig til å skille ut enkeltområder.

Å definere eventuelle høyrisikoområder vil man måtte ta stilling til i fase 2, etter å ha gjennomført konkrete risikovurderinger av de ulike delområdene. Når betegnelsen "høyrisikoområde" er brukt nedenfor er det derfor på områder som må være særlig prioritert i fase 2.

Med utgangspunkt i SFTs veiledning til fylkesmennene har vi valgt at følgende betingelser må oppfylles, for at et område skal kunne vurderes som høyrisikoområde:

- konsentrasjoner av miljøgifter i klasse IV eller V (skadepotensiale)
- grunnere enn 20 m vanddyp (risiko for skade)
- aktiv skipstrafikk (risiko for spredning og skade).

Det må presiseres at det ikke er knyttet noen biologiske mål (f.eks. reelle skademål, betydning for kostholdsråd, etc.) til karakteriseringen. SFT vil i løpet av 2004 ha utviklet en veileder for vurdering av risiko forbundet med forurensede sedimenter. Det må også presiseres at det ikke er noen enkel relasjon mellom karakteriseringen som "høyrisikoområde" og nytteverdien av sedimentrettede tiltak. Nytteverdien vil avhenge av hvilke miljømål man setter. Slike mål er ikke formulert.

På grunnlag av gjennomgangen av miljøtilstanden og mulige kilder i tiltaksområdet er områdene rangert som vist i Tabell 6.

Tabell 6 Sammenstilling og vurdering av delområder innenfor tiltaksområdet samt forslag til prioritet for videre undersøkelser. Se også utfyllende kommentarer nedenfor.

Område	Kategori	Vurdering	Prioritet
1. Sunndalsøra	1B/3	Tilstandsklasse V: PAH Tilstandsklasse III: Kvikksølv (tall fra 1988) I de inneste 7 km av Sunndalsfjorden er det registrert PAH-konsentrasjoner i tilstandsklasse IV og V. Deler av det forurensede arealet er på dyp mindre enn 20 meter og kan derfor karakteriseres som et potensielt "høyrisikoområde". Det er aktive kilder i området (deponi, smelteverk). Det er behov for flere prøver i dette området for å fastslå utbredelsen av de mest forurensede massene horisontalt og vertikalt. Flere av dataseriene er gamle og bør suppleres med nye data. Kvikksølvverdien som gir tilstandsklasse III i området ved Sunndalsøra er fra 1988. Nyere undersøkelser av kvikksølv i overflatesedimentene viser tilstandsklasse I og II.	Høy
3. Raudsand	1B/3	Tilstandsklasse V: Kobber Tilstandsklasse IV: PCB Tilstandsklasse III: Bly Et ca 1 km² stort område rundt Raudsand bør vurderes som høyrisikoområde på grunn av høye kobber- og PCB-verdier. Det anbefales supplering av prøvestasjoner for å avgrense utbredelsen. Det foreslås videre at PCB bør inngå i det allerede eksisterende overvåkningsprogrammet hos Aluvest for å fastslå om avløpsvannet inneholder PCB.	Høy
Tingvoll sentrum (del av område 4)	4	Det eksisterer ikke data fra området til tross for at det har vært industrivirksomhet i over 100 år. Det er/har vært kilder i området som kan ha ført til forurensning. Områdets miljøtilstand bør avklares.	Middels
Område 2 og 4	6	Ingen aktive kilder i dette området. Lokalt kan oppdrettsanlegg medføre et problem dersom det er begrenset vannsirkulasjon og høy produksjon i anlegget. Det er lite behov for oppfølgende undersøkelser i tiltakssammenheng.	Lav

6.3 Behov for supplerende undersøkelser.

Bruken av eksisterende data og data fra supplerende undersøkelser vil ha flere siktemål. Først og fremst trenger man data som kan brukes til å vurdere behovet for og nytten av tiltak. Videre for å avgrense tiltaksområder og utrede tiltak.

Det sentrale redskapet for å vurdere behovet for tiltak i de prioriterte delområdene vil være risikovurderingen. Veiledningsmaterialet for denne er ennå ikke ferdig, og dette gjør det vanskelig å forutsi hvilket grunnlagsmateriale som er nødvendig.

Nedenfor er NIVAs forslag til utfyllende undersøkelser i de ulike delområdene presentert. Undersøkelsene vil hovedsakelig gi et bedre bilde av forurensningsgrad og -utbredelse i sedimentene. Vi vet foreløpig ikke i hvilken grad undersøkelser som kan dokumentere økologiske/helsemessige konsekvenser av forurensningene, er forutsatt å inngå i grunnlagsmaterialet for risikovurderingen.

Sunndalsøra

- Fordelingen og mektigheten av forurensede sedimenter i det bedriftsnære/kainære området til Hydro Aluminium Sunndal er ikke beskrevet i særlig detalj og det er derfor vanskelig å avgrense et eventuelt problemområde. Det er dermed behov for å supplere det eksisterende datamateriale, særlig hvis sedimentrettede tiltak vurderes. Det kan også være aktuelt å gjennomføre undersøkelser for å belyse spredningsproblematikk knyttet til skipstrafikk ved kaiene (ikke inkludert i budsjett i neste kapittel).
- Problemstillingen i punktet ovenfor er særlig knyttet til PAH. Det eksisterer få analyser av klorerte forbindelser fra området og dette bør inngå i eventuelle nye undersøkelser.
- Undersøkelser for å kvantifisere utlekking fra deponiet er allerede igangsatt på land og i sjøen. Passive prøvetakere er satt ut ved utslippledningen fra Hydro Aluminium Sunndal for å overvåke utslippet i forbindelse med omleggingen av produksjonsprosessen. Resultatene fra disse undersøkelsene vil rapporteres innen utgangen av 2003.
- Hovedproblemet rundt sedimentproblematikken i Sunndalsfjorden er innholdet av PAH med Hydro Aluminium Sunndal som hovedkilde. Det er ikke informasjon om tilførsler fra diffuse kilder som elver, avrenning fra tette flater, osv. I forbindelse med omleggingen av teknologi ved aluminiumsverket bør det vurderes om kvantifisering av andre kilder bør gjøres. Det kan i så fall gjøres via målinger eller via beregninger på grunnlag av erfaringstall.

Raudsand

- Rausandområdet ble i 2003 undersøkt for å klargjøre miljøtilstanden. Det ble tatt relativt få prøver innenfor det som er blitt karakterisert som "høyrisikoområde". Hvis det er aktuelt å gjøre tiltak i dette området, er det nødvendig med ytterligere undersøkelser for å avgrense området.
- Det bør klargjøres hva som er kilden til de høye PCB-verdiene i sedimentene utenfor Raudsand. Dette kan gjøres ved å sette ut SPMD i avløpsvannet fra industrien og/eller analysere blåskjell fra området.
- Målinger av vannmengde bør inkluderes inn i det pågående overvåkningsprogrammet ved Aluvest for å kunne kvantifisere mengden miljøgifter og næringsstoffer som tilføres fjorden.

Tingvoll sentrum

- Det bør i første runde samles inn 3-4 sedimentprøver fra dette området for å beskrive forurensningstilstanden i området.

6.4 Utredning av tiltak/kostnader/nytte

Dersom risikovurderingen konkluderer med at tiltak er nødvendig/ønskelig, må aktuelle tiltak utredes, både i forhold til hva som er praktisk mulig å gjennomføre og i forhold til kostnader. Nyten av de ulike tiltak må også vurderes. Erfaringer fra modelleringsarbeid i Frierfjorden bør kunne være nyttig i en slik sammenheng.

Et moment som blir fremhevet fra Hydro Aluminium Sunndal sin side er at utslippene ved overgang til ny teknologi i 2003 er sterkt redusert. En vurdering av utviklingen i fjorden som

følge av dette må derfor etter deres mening inngå som en vesentlig del av grunnlaget for fase 2 i tiltaksplanarbeidet.

6.5 Kostnadsoverslag

Det er ikke mulig å gi et fullstendig kostnadsoverslag for fase 2 av tiltaksplanarbeidet. Usikkerheten ligger hovedsaklig i at vi vet lite om hvordan en risikovurdering skal gjennomføres og hvilke grunnlagsdata som må inngå der. Videre er det ikke mulig å ha et fornuftig bilde av kostnader knyttet til tiltaksutredning og kost-/nyttevurderingene. Et grovt kostnadsoverslag for supplerende undersøkelser er lagt ved i vedlegg 5.

Aktivitet	Sum
Utfyllende undersøkelser forurensningsgrad og -omfang	370.000,- inkl. mva
Gjennomføring av risikovurdering	Ikke kjent
Utredning av tiltak - kost-/nyttevurderinger	Ikke kjent

6.6 Finansiering

I norsk miljøvernlovgivning er det gjeldende prinsipp at ansvarlig forurensere skal betale. Der ansvarlig ikke finnes, eller ikke har mulighet til å finansiere opprydding, må staten bidra.

Sunndalsøra

Med Hydro Aluminium Sunndal som den altoverskyggende kilden til PAH-forurensning, er det naturlig at de vesentligste bidrag til tiltaksplanarbeidet i dette området kommer derifra. Bidrag fra kommunalt avløp vil kommunen ha et ansvar for.

Raudsand

På Raudsand har det vært drevet både gruvedrift og gjenvinning av avfall fra aluminiumsindustrien. Gruvedriften er en dokumentert kilde til tungmetallutslippene. Restavfallet fra aluminiumgjenvinningen inneholder mye tungmetaller, men det er ikke dokumentert i hvor stor grad dette har ført til forurensning. Uansett er alle disse aktørene nå nedlagt eller konkurs. Hvilke forpliktelser eventuelle nye aktører vil få i forhold til tidligere utslipp er uklart. Trolig vil staten måtte gå inn med vesentlige deler av finansieringen av tiltaksplanarbeidet.

Tingvollvågen

Foreløpig har man ingen data for eventuell forurensning fra Sellgren Industrier. Foreslåtte aktiviteter for dette området vil inntil videre bli å ta enkle sonderende undersøkelser for å fastslå eventuell forekomst av miljøgifter. Det er naturlig at Sellgren Industrier finansierer det vesentligste av disse undersøkelsene.

6.7 Organisering

Arbeidet med fase 2 av tiltaksplanarbeidet må forankres i kommunene og i industrien. Fylkesmannen vil lede arbeidet. Framdrift vil avhenge av bevilgninger fra SFT.

Vi vil foreløpig foreslå at arbeidet med fase 2 av tiltaksplanarbeidet blir ledet av en prosjektgruppe med slik sammensetning:

- Kommunene Sunndal, Nesset, Tingvoll og ev. Gjemnes
- Hydro Aluminium Sunndal
- Representant for eventuelt videreført drift på Raudsand

- Fylkesmannen

Ved behov kan det arrangeres møter der frivillige organisasjoner, brukergrupper, næringsmiddeltilsyn o.a. vil få anledning til å delta.

7. Referanser

- Bakke, T., 2002: Analyser av PAH innhold i semipermeable membraner fra rigger satt ut i sjøområdet utenfor Hydro Sunndal. Analyserapport 2. NIVA Datarapport O-21178.
- Ericson, G., E. Lindesjö and L. Balk, 1998: DNA adducts and histopathological lesions in perch (*Perca fluviatilis*) and pike (*Esox lucius*) along a polycyclic aromatic hydrocarbon gradient on the Swedish coastline of the Baltic Sea. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 55: 815-824
- Fagerhaug, A., Wyspianska, A., 2002: Analyser av sedimentprøver, Merraberget. Noteby.
- Giskeødegård, Olav., 1983: Akustiske undersøkelser av sedimentene i noen fjorder på Vestlandet : Sunndalsfjorden-Romsdalsfjorden-Indre Storfjorden -Nordfjorden . 143 s, Hovedfagsoppgave UIB.
- Green, N., Severinsen, G., Rogne, Å.K., 2002: Joint assessment and Monitoring Programme (JAMP) Summary statistics for contaminants in shellfish 1981-2001. Norwegian State Pollution Monitoring Programme, Report no. 864/02 TA-no. 1921/2002. ISBN 82-577-4262-7. 422 pp
- Holtan, H., Rosland, D.S., 1992: Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT. ISBN-nr: 82-7655-085-1, 32 s.
- Holtan, G. & Lingsten, L., 1989: Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden, Møre og Romsdal. Delrapport 3. Kartlegging og kvantifisering av forurensningstilførsler. NIVA-rapport nr. 2368, overvåkingsrapport nr. 348/89. 47 s.
- Holte, T., Stokland, Ø., 1980: Biologiske undersøkelser Kristiansunds fastlandssamband. Bunndyrsundersøkelser 1978-1979. K. norske Vitensk. Selsk. Mus. Rapport Zool. Ser. 1980-5: 1-27.
- Iversen E.R., 2002: Aluscan AS, Overvåking av utslipp til sjø. Resultater 2000-2001. NIVA-notat, O-201661.
- Iversen, E., Kolderup, H., Konieczny, R.M., Golmen, L., Lømsland, E.R., Oehme, M., 1993: Aluscan AS, Miljøvurdering av behandling av saltslagg fra sekundær-aluminiumsindustrien. NIVA-rapport 2883, O-91143, ISBN 82-577-2255-3. 78s
- Iversen, E.R., Schaanning, M., 2002: Aluscan AS, Vurdering av midlertidig utslipp til sjø, NIVA-notat, O-201661.
- Klungesøyr, J., Westheim, K., 1987: Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i fisk fra Sunndalsfjorden. Havforskningsinstituttet, Rapport/Notat Nr. BK08.748, 30/6 1987. 5 s.
- Knutzen, J., 1989: Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden, Møre og Romsdal. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer 1987. NIVA-rapport nr. 2273, Overvåkingsrapport nr. 347/89. 34 s.
- Knutzen, J., Green, N., Lingsten, L., 1986: Forekomst av miljøgifter i norske vassdrag og fjorder. Rapport 1: Hovedrapport. NIVA-rapport 1946. Prosjekt O-85281. 95 s.
- Konieczny, R. M. & Knutzen, J., 1992: Overvåking av PAH i muslinger, snegl og fisk fra Sunndalsfjorden 1991-1992. NIVA-rapport nr. 2818, Prosj.nr. O-91086, overvåkingsrapport nr. 504/92. 28 s.

Kristiansen, J., 1991: Industri-forurensning i Sunndal: informasjon om økologisk forvaltning av miljøbelastede naturressurser = Industrial pollution in Sunday : an information strategy for the ecological management of deteriorated natural resources / Sunndal kommune, Miljøvernadministrasjonen, 48 s. ISBN: 82-990812-4-6.

Larsen, J. B., 1995: Teknisk miljøanalyse ved Sellgrens veveri A/S, Tingvoll. STØ-rapport OR 03/95. Østfoldforskning. s 26, ISBN: 82-7520-195-0.

Molvær, J., 1990: Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden, Møre og Romsdal 1986-1988. Konklusjoner. NIVA-rapport nr. 2425, Overvåkingsrapport nr. 409/90. 27 s.

Molvær, J., 1990: Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden. Delrapport 6. Vannutskiftning og vannkvalitet. NIVA rapport nr. 2406, Overvåkingsrapport nr. 382/89. 45 s.

Molvær, J., Knutzen, J., Lingsten, L., Næs, K., Pedersen, A., Rygg, B. 1987: Program for tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden, Møre og Romsdal. NIVA-notat O-80000360.

Næs, K. Knutzen, J. Oug, E. Rygg, B. Håvardstun, J. Tveiten, L. Lie, M.C., 2001: Overvåking av Vefsnfjorden, Sunndalsfjorden og Årdalsfjorden 2000. PAH, klorerte forbindelser og metaller i organismer og sedimenter, sammensetning av bløtbunnsfauna. NIVA-rapport 4440, 117s.

Næs, K., Hylland, K., Oug, E., Förlin, L., Ericson, G., 1999: Accumulation and effects of aluminum smelter-generated polycyclic aromatic hydrocarbons on soft-bottom invertebrates and sifh. Environmental Toxicology and Chemistry, Vol 18, No. 10, pp 2205-2216.

Næs, K., Rygg, B., 1988: Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden. Delrapport 1. Sedimenter og bløtbunnsfauna 1986. NIVA-rapport 2093, overvåkingsrapport 306/88. 54 s.

Næs, K., 1991: Frigivelse av PAH fra forurenset sjøbunn. NIVA-rapport No. 2667, ISBN 82-577-2021-6, 74 s.

Oug, E., Næs, K., Rygg, B., 1998: Relationship between soft bottom macrofauna and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) from smelter discharge in Norwegian fjords and coastal waters. Marine Ecology Progress series, Vol 173, 39-52.

Palmork, K.H., Wilhelmsen, S., Neppelberg, T., 1973: Report om the contribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) to the environment from different industries. ICES, C.M. 1973/E: 33.

Pedersen, A., 1989: Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden. Delrapport 5. Gruntvannssamfunn - Algevegetasjon i 1987 og 1988. NIVA-rapport nr. 2372, overvåkingsrapport nr. 380/89. 61 s.

Pedersen, A., Golmen, L. G., 1993: Aluscan AS Marine environmental impact from the discharge water. Report from a survey in Oktober 1993, NIVA-report No. 2957, ISBN 82-577-2387-8, 33 p.

Rygg B., Pederson, A., Uriansrud, F., 2003: Kartlegging av miljøtilstand i fjordområdet ved Rausand, Sunndalsfjorden i 2003. Undersøkelser utført for Aluvest AS. (i trykk).

Rygg, B., Næs, K., 1989: Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden. Delrapport 4. Gruveforurensning av fjordbunnen ved Raudsand. NIVA-rapport nr. 2266, Overvåkingsrapport nr. 349/89. 29 s.

Sandnes, O. K., 2000a: Aqua Gen Sunndal AS, Tingvoll kommune, Lokalitet: Hegerbergtrøa. Rapport utarbeidet av Aqua kompetanse AS.

Sandnes, O. K., 2000b: Aquav Gen Sunndal AS, Tingvoll kommune, Lokalitet: Honnhammarvika. Rapport utarbeidet av Aqua kompetanse AS.

Sandnes, O. K., 2000c: Aqua Gen Sunndal AS, Tingvoll kommune, Lokalitet: Samuelsberga. Rapport utarbeidet av Aqua kompetanse AS.

Stokland, Ø., 2001: Undersøkelse av bløtbunnsfaunaprøver fra Merraberget, Sunndalsfjorden.

Volden, T., 1991: Salt industrigrunnvann: PAH-forbindelser i deltaflaten ved munningen av Sunndalselva og Littledalselva i Sunndalsfjorden, Sunndal kommune, Møre og Romsdal (dok 2/91). Rapport Norges geologiske undersøkelse 91.253.

Weideborg, M., Vik, E.A., Stang, P., Lyngstad, E., 2002: Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters – 2001 OSPAR Commission. A: Principles, Results and Discussion. Aquateam report 02-016 A. 121 s

Woll, A., Rønneberg, J. E., Stene, A., 2001: Resipientundersøkelse: Lokalitet: Sjølsvik. Rapport Nr-Å0119 Høgskolen i Ålesund. ISBN 0804-5380.

Woll, A., Rønneberg, J. E., Stokland, Ø., 2002: Resipientundersøkelse Lokalitet: Merraberget.

Wypianska, A, 2002: Resipientundersøkelse Merraberget, PCB analyser. Noteby.

Vedlegg

Vedlegg 1 Utslippsdata bedrifter (data tatt fra INCOSYS)

Sellgrens veveri AS

Bedriftsnavn	År	Stoffkode	Enhet	Totalt utslipp	Hovedres/havomr
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1997	AS	kg		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1998	AS	kg	0.71	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1999	AS	kg	0.59	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2000	AS	kg		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2001	AS	kg		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1997	CD	kg		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1998	CD	kg	0.08	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1999	CD	kg	0.03	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2000	CD	kg		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2001	CD	kg		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1997	CR-TOT	kg		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1998	CR-TOT	kg	1.09	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1999	CR-TOT	kg	0.96	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2000	CR-TOT	kg	2.23	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2001	CR-TOT	kg	0.47	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1997	CU	kg		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1998	CU	kg	6.27	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1999	CU	kg	6.53	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2000	CU	kg	7.82	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2001	CU	kg	10.2	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1997	HG	kg		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1998	HG	kg	0.02	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1999	HG	kg	0.0014	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2000	HG	kg	0.0014	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2001	HG	kg	0.0003	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1997	NI	kg		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1998	NI	kg	0.28	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1999	NI	kg	0.22	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2000	NI	kg		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2001	NI	kg		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1997	PB	kg		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1998	PB	kg	8.76	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1999	PB	kg	1.56	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2000	PB	kg	2.32	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2001	PB	kg	1.16	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1997	P-TOT	tonn		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1998	P-TOT	tonn	0.07	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1999	P-TOT	tonn	0.02	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2000	P-TOT	tonn		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2001	P-TOT	tonn		Tingvollfjorden

Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1998	SS	tonn	0.72	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1999	SS	tonn	0.72	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2000	SS	tonn		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2001	SS	tonn		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1997	ZN	kg		Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1998	ZN	kg	17.78	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	1999	ZN	kg	17.03	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2000	ZN	kg	12.64	Tingvollfjorden
Sellgrens Veveri A.S, Avd.Tingvoll	2001	ZN	kg	11.75	Tingvollfjorden

Aluscan/Aluvest

Bedriftsnavn	År	Stoffkode	Enhet	Totalt utslipp	Hovedres/havomr
Aluscan	1993	AL	kg	24180	Sunndalsfjorden
Aluscan	1994	AL	kg	19980	Sunndalsfjorden
Aluscan	1995	AL	kg	23520	Sunndalsfjorden
Aluscan	1996	AL	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	1997	AL	kg	8280	Sunndalsfjorden
Aluscan	1998	AL	kg	384	Sunndalsfjorden
Aluscan	1999	AL	kg	432	Sunndalsfjorden
Aluscan	2000	AL	kg	25.65	Sunndalsfjorden
Aluscan	2001	AL	kg	27000	Sunndalsfjorden
Aluscan	1993	AS	kg	2.7	Sunndalsfjorden
Aluscan	1994	AS	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	1995	AS	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	1996	AS	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	1997	AS	kg	0.6	Sunndalsfjorden
Aluscan	1998	AS	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	1999	AS	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	2000	AS	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	2001	AS	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	1993	CD	kg	34	Sunndalsfjorden
Aluscan	1994	CD	kg	0.1	Sunndalsfjorden
Aluscan	1995	CD	kg	0.0096	Sunndalsfjorden
Aluscan	1996	CD	kg	0.0096	Sunndalsfjorden
Aluscan	1997	CD	kg	0.006	Sunndalsfjorden
Aluscan	1998	CD	kg	0.018	Sunndalsfjorden
Aluscan	1999	CD	kg	0.02	Sunndalsfjorden
Aluscan	2000	CD	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	2001	CD	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	1993	CH-TOT	tonn	17.2	Sunndalsfjorden
Aluscan	1994	CH-TOT	tonn		Sunndalsfjorden
Aluscan	1995	CH-TOT	tonn		Sunndalsfjorden
Aluscan	1996	CH-TOT	tonn		Sunndalsfjorden
Aluscan	1997	CH-TOT	tonn	0.12	Sunndalsfjorden
Aluscan	1998	CH-TOT	tonn	0.12	Sunndalsfjorden
Aluscan	1999	CH-TOT	tonn	0.135	Sunndalsfjorden
Aluscan	2000	CH-TOT	tonn		Sunndalsfjorden

Aluscan	2001	CH-TOT	tonn		Sunndalsfjorden
Aluscan	1993	CR-TOT	kg	24	Sunndalsfjorden
Aluscan	1994	CR-TOT	kg	6	Sunndalsfjorden
Aluscan	1995	CR-TOT	kg	0.005	Sunndalsfjorden
Aluscan	1996	CR-TOT	kg	6	Sunndalsfjorden
Aluscan	1997	CR-TOT	kg	6	Sunndalsfjorden
Aluscan	1998	CR-TOT	kg	6	Sunndalsfjorden
Aluscan	1999	CR-TOT	kg	6.75	Sunndalsfjorden
Aluscan	2000	CR-TOT	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	2001	CR-TOT	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	1993	CU	kg	48	Sunndalsfjorden
Aluscan	1994	CU	kg	3.06	Sunndalsfjorden
Aluscan	1995	CU	kg	0.024	Sunndalsfjorden
Aluscan	1996	CU	kg	0.03	Sunndalsfjorden
Aluscan	1997	CU	kg	1.356	Sunndalsfjorden
Aluscan	1998	CU	kg	9.78	Sunndalsfjorden
Aluscan	1999	CU	kg	11.07	Sunndalsfjorden
Aluscan	2000	CU	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	2001	CU	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	1993	HG	kg	0.0027	Sunndalsfjorden
Aluscan	1994	HG	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	1995	HG	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	1996	HG	kg	0.0024	Sunndalsfjorden
Aluscan	1997	HG	kg	0.0012	Sunndalsfjorden
Aluscan	1998	HG	kg	0.0012	Sunndalsfjorden
Aluscan	1999	HG	kg	0.0014	Sunndalsfjorden
Aluscan	2000	HG	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	2001	HG	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	1993	NI	kg	30	Sunndalsfjorden
Aluscan	1994	NI	kg	37.44	Sunndalsfjorden
Aluscan	1995	NI	kg	0.0015	Sunndalsfjorden
Aluscan	1996	NI	kg	1.524	Sunndalsfjorden
Aluscan	1997	NI	kg	0.72	Sunndalsfjorden
Aluscan	1998	NI	kg	5.22	Sunndalsfjorden
Aluscan	1999	NI	kg	5.94	Sunndalsfjorden
Aluscan	2000	NI	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	2001	NI	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	1992	N-TOT	tonn	43	Sunndalsfjorden
Aluscan	1993	N-TOT	tonn	272.4	Sunndalsfjorden
Aluscan	1994	N-TOT	tonn	43	Sunndalsfjorden
Aluscan	1995	N-TOT	tonn	43	Sunndalsfjorden
Aluscan	1996	N-TOT	tonn		Sunndalsfjorden
Aluscan	1997	N-TOT	tonn	710.4	Sunndalsfjorden
Aluscan	1998	N-TOT	tonn	15.96	Sunndalsfjorden
Aluscan	1999	N-TOT	tonn	19.8	Sunndalsfjorden
Aluscan	2000	N-TOT	tonn		Sunndalsfjorden
Aluscan	2001	N-TOT	tonn		Sunndalsfjorden
Aluscan	1993	PAH	tonn	0.006	Sunndalsfjorden

Aluscan	1994	PAH	tonn		Sunndalsfjorden
Aluscan	1995	PAH	tonn		Sunndalsfjorden
Aluscan	1996	PAH	tonn		Sunndalsfjorden
Aluscan	1997	PAH	tonn	0.000912	Sunndalsfjorden
Aluscan	1998	PAH	tonn	0.0003	Sunndalsfjorden
Aluscan	1999	PAH	tonn	0.00036	Sunndalsfjorden
Aluscan	2000	PAH	tonn		Sunndalsfjorden
Aluscan	2001	PAH	tonn		Sunndalsfjorden
Aluscan	1993	PB	kg	130	Sunndalsfjorden
Aluscan	1994	PB	kg	11.7	Sunndalsfjorden
Aluscan	1995	PB	kg	0.00044	Sunndalsfjorden
Aluscan	1996	PB	kg	0.444	Sunndalsfjorden
Aluscan	1997	PB	kg	0.312	Sunndalsfjorden
Aluscan	1998	PB	kg	1.14	Sunndalsfjorden
Aluscan	1999	PB	kg	1.28	Sunndalsfjorden
Aluscan	2000	PB	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	2001	PB	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	1993	P-TOT	tonn	0.87	Sunndalsfjorden
Aluscan	1994	P-TOT	tonn	0.169	Sunndalsfjorden
Aluscan	1995	P-TOT	tonn	1.21	Sunndalsfjorden
Aluscan	1996	P-TOT	tonn	1.212	Sunndalsfjorden
Aluscan	1997	P-TOT	tonn	0.595	Sunndalsfjorden
Aluscan	1998	P-TOT	tonn	0.0228	Sunndalsfjorden
Aluscan	1999	P-TOT	tonn	0.026	Sunndalsfjorden
Aluscan	2000	P-TOT	tonn	0.629	Sunndalsfjorden
Aluscan	2001	P-TOT	tonn	0.47	Sunndalsfjorden
Aluscan	2001	P-TOT	tonn		Sunndalsfjorden
Aluscan	1994	SS	tonn		Sunndalsfjorden
Aluscan	1995	SS	tonn	24.48	Sunndalsfjorden
Aluscan	1996	SS	tonn		Sunndalsfjorden
Aluscan	1997	SS	tonn	1.188	Sunndalsfjorden
Aluscan	1998	SS	tonn	3.324	Sunndalsfjorden
Aluscan	1999	SS	tonn	3.74	Sunndalsfjorden
Aluscan	2000	SS	tonn		Sunndalsfjorden
Aluscan	2001	SS	tonn		Sunndalsfjorden
Aluscan	1993	ZN	kg	348	Sunndalsfjorden
Aluscan	1994	ZN	kg	11.16	Sunndalsfjorden
Aluscan	1995	ZN	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	1996	ZN	kg	1.056	Sunndalsfjorden
Aluscan	1997	ZN	kg	1.86	Sunndalsfjorden
Aluscan	1998	ZN	kg	6.54	Sunndalsfjorden
Aluscan	1999	ZN	kg	7.42	Sunndalsfjorden
Aluscan	2000	ZN	kg		Sunndalsfjorden
Aluscan	2001	ZN	kg		Sunndalsfjorden

Hydro aluminium Sunndal

Bedriftsnavn	År	Stoffkode	Enhet	Totalt utslipp	Hovedresipient
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1994	CD	kg	46	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1994	CD	kg	39	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1995	CD	kg	39	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1995	CD	kg	46	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1996	CD	kg	39	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1996	CD	kg	46	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1997	CD	kg	39	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1997	CD	kg	46	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1998	CD	kg	39	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1998	CD	kg	46	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1999	CD	kg	46	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1999	CD	kg	39	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2000	CD	kg	87	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2000	CD	kg	7	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2001	CD	kg	0.4	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2001	CD	kg	0.2	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1994	CR-TOT	kg	49	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1994	CR-TOT	kg	140	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1995	CR-TOT	kg	49	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1995	CR-TOT	kg	140	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1996	CR-TOT	kg	49	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1996	CR-TOT	kg	140	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1997	CR-TOT	kg	140	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1997	CR-TOT	kg	49	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1998	CR-TOT	kg	49	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1998	CR-TOT	kg	140	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1999	CR-TOT	kg	49	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1999	CR-TOT	kg	140	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2000	CR-TOT	kg	3	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2000	CR-TOT	kg	1.025	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2001	CR-TOT	kg	1.3	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2001	CR-TOT	kg	0.6	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1994	CU	kg	258	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1994	CU	kg	447	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1995	CU	kg	258	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1995	CU	kg	447	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1996	CU	kg	258	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1996	CU	kg	447	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1997	CU	kg	258	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1997	CU	kg	447	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1998	CU	kg	258	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1998	CU	kg	447	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1999	CU	kg	447	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1999	CU	kg	258	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2000	CU	kg	24	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2000	CU	kg	360	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2001	CU	kg	1.2	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2001	CU	kg	0.5	Sunndalsfjorden

HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1994	NI	kg	38	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1994	NI	kg	954	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1995	NI	kg	38	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1995	NI	kg	954	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1996	NI	kg	954	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1996	NI	kg	38	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1997	NI	kg	954	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1997	NI	kg	38	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1998	NI	kg	954	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1998	NI	kg	38	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1999	NI	kg	954	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1999	NI	kg	38	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2000	NI	kg	1049	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2000	NI	kg	42	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2001	NI	kg	4.2	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2001	NI	kg	1.8	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1985	PAH	tonn	21	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1985	PAH	tonn	5.3	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1986	PAH	tonn		Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1986	PAH	tonn		Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1987	PAH	tonn		Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1987	PAH	tonn		Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1988	PAH	tonn		Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1988	PAH	tonn		Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1989	PAH	tonn	15	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1989	PAH	tonn	2.1	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1990	PAH	tonn	15	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1990	PAH	tonn	1.5	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1991	PAH	tonn	9	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1991	PAH	tonn	1.1	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1992	PAH	tonn	7.9	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1992	PAH	tonn	0.53	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1993	PAH	tonn	9	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1993	PAH	tonn	0.394	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1994	PAH	tonn	0.2	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1994	PAH	tonn	8	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1995	PAH	tonn	6.7	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1995	PAH	tonn	0.613	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1996	PAH	tonn	7.4	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1996	PAH	tonn	0.759	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1997	PAH	tonn	6	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1997	PAH	tonn	1	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1998	PAH	tonn	0.875	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1998	PAH	tonn	6.2	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1999	PAH	tonn	0.833	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1999	PAH	tonn	5.8	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2000	PAH	tonn	4.2	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2000	PAH	tonn	0.39	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2001	PAH	tonn	5.1	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2001	PAH	tonn	0.386	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1994	PB	kg	160	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1994	PB	kg	208	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1995	PB	kg	160	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1995	PB	kg	208	Sunndalsfjorden

HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1996	PB	kg	160	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1996	PB	kg	208	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1997	PB	kg	160	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1997	PB	kg	208	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1998	PB	kg	160	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1998	PB	kg	208	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1999	PB	kg	208	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1999	PB	kg	160	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2000	PB	kg	37	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2000	PB	kg	724	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2001	PB	kg	0.4	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2001	PB	kg	0.2	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1985	SS	tonn	332	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1986	SS	tonn		Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1987	SS	tonn		Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1988	SS	tonn		Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1989	SS	tonn	332	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1990	SS	tonn	477	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1991	SS	tonn	385	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1992	SS	tonn	340	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1993	SS	tonn	307	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1994	SS	tonn	315	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1995	SS	tonn	219	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1996	SS	tonn	262	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1997	SS	tonn	153	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1998	SS	tonn	157	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1999	SS	tonn	111	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2000	SS	tonn	141	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2001	SS	tonn	416	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1994	ZN	kg	24.4	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1994	ZN	kg	58	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1995	ZN	kg	24.4	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1995	ZN	kg	58	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1996	ZN	kg	24	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1996	ZN	kg	58	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1997	ZN	kg	23.5	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1997	ZN	kg	381	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1998	ZN	kg	23.5	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1998	ZN	kg	381	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1999	ZN	kg	23.5	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	1999	ZN	kg	381	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2000	ZN	kg	26	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2000	ZN	kg	414	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2001	ZN	kg	19.4	Sunndalsfjorden
HYDRO ALUMINIUM AS SUNNDAL	2001	ZN	kg	8.3	Sunndalsfjorden

Normøre BioEl AS

Bedriftsnavn	År	Stoffkode	Enhet	Totalt utslipp	Hovedres/havomr
Normøre BioEl AS	2001	DIOKSIN	g	0.0000374	Tingvollfjorden
Normøre BioEl AS	2001	HG	kg	0.0006	Tingvollfjorden

Vedlegg 2 Oversikt over sedimentstasjoner i Sunndalsfjorden. Stasjonene er grunnlaget for de digitale forurensningskartene.

Stasjon	År	Referanse
S10	1986	Næs & Rygg., 1988
S11	1986	Næs & Rygg., 1988
S12	1986	Næs & Rygg., 1988
S13	1986	Næs & Rygg., 1988
S14	1986	Næs & Rygg., 1988
S15	1986	Næs & Rygg., 1988
S16	1986	Næs & Rygg., 1988
S17	1986	Næs & Rygg., 1988
SU1	1986	Næs & Rygg., 1988
SU2	1986	Næs & Rygg., 1988
SU3	1986	Næs & Rygg., 1988
SU4	1986	Næs & Rygg., 1988
SU5	1986	Næs & Rygg., 1988
SU6	1986	Næs & Rygg., 1988
SU7	1986	Næs & Rygg., 1988
SU8	1986	Næs & Rygg., 1988
SU9	1986	Næs & Rygg., 1988
RS0	1988	Rygg & Næs, 1988
RS1	1988	Rygg & Næs.,1988
RS2	1988	Rygg & Næs.,1988
RS3	1988	Rygg & Næs.,1988
RS4	1988	Rygg & Næs.,1988
RS5	1988	Rygg & Næs.,1988
RS6	1988	Rygg & Næs.,1988
RS7	1988	Rygg & Næs.,1988
RS8	1988	Rygg & Næs.,1988
RS9	1988	Rygg & Næs., 1988
VH	1990	Næs., 1991
VL	1990	Næs., 1991
VM	1990	Næs., 1991
SU95_1	1995	Næs et al., 1999
SU95_2	1995	Næs et al., 1999
SU95_3	1995	Næs et al., 1999
SU95_4	1995	Næs et al., 1999
SU95_5	1995	Næs et al., 1999
SU95_6	1995	Næs et al., 1999
Sun1	2000	Næs et al., 2001
Sun2	2000	Næs et al., 2001
Sun3	2000	Næs et al., 2001
AF11	2003	Rygg et al., 2003
AF2	2003	Rygg et al., 2003
AF6	2003	Rygg et al., 2003
AF7	2003	Rygg et al., 2003
RU1	2003	Rygg et al., 2003
RU2	2003	Rygg et al., 2003
RU3	2003	Rygg et al., 2003
RU4	2003	Rygg et al., 2003
RU5	2003	Rygg et al., 2003
RU6	2003	Rygg et al., 2003
RU7	2003	Rygg et al., 2003
RU9	2003	Rygg et al., 2003
SU31	2003	Rygg et al., 2003
SU32	2003	Rygg et al., 2003

Vedlegg 3 Oversikt over prøvestasjoner og analyseparametere på o-skjell, strandsnegl, blåskjell, grisetang og blæretang fra Sunndalsfjorden. Blåskjellanalyser er klassifisert med fargekoder i henhold til miljøkvalitet på blåskjell (Molvær et al. 1997).

Prøvestasjon	Prøvetype	År	Analyse	Referanse
Fonnastein	O-skjell ² Strandsnegl ² Grisetang ¹ Blæretang ¹	1987	PAH Metaller	Knutzen, 1989
Fonnastein	Strandsnegl	1991	PAH	Konietzny & Knutzen, 1992
Fonnastein	Blåskjell Strandsnegl	2000	PAH	Næs et al. 2001
Sandvika	Strandsnegl Blåskjell	1991	PAH	Konietzny & Knutzen, 1992
Grøvlandsgrunnen	Strandsnegl	1987	PAH	Knutzen, 1989
Mannvik	Blåskjell	2000	PAH	Næs et al. 2001
Viken	Strandsnegl	2000	PAH	Næs et al. 2001
Horrvika	Blåskjell ² O-skjell ² Strandsnegl ² Grisetang ¹ Blæretang ¹	1987	PAH Metaller	Knutzen, 1989
Horrvika	Strandsnegl Blåskjell O-skjell	1991 1991-1992 (tidsserie)	PAH	Konietzny & Knutzen, 1992
Horrvika	Blåskjell	1995 1996	PAH	Green et al. 2002 (JAMP)
Oppdøl	Blåskjell	2000	PAH	Næs et al. 2001
Flåøya	-	1987	-	Knutzen, 1989
Almskår	Blåskjell ² O-skjell ² Blæretang ¹	1987	PAH Metaller	Knutzen, 1989
Almskår	O-skjell	1991	PAH	Konietzny & Knutzen, 1992
Fjøseid	Blåskjell	1999 2000 2001 2002	PAH	Green et al. 2002 (JAMP)
Stormvikneset	-	1987	-	Knutzen, 1989
Honnhammar	Blåskjell	1991	PAH	Konietzny & Knutzen, 1992
Honnhammar	Blåskjell	1995 1996 1998 1999 2000 2001 2002	PAH	Green et al. 2002 (JAMP)
Kåstein	Blåskjell	1987	PAH	Knutzen, 1989
Øygardsneset	-	1987	-	Knutzen, 1989
Tveekrehlm.	Blåskjell ² O-skjell ² Strandsnegl ² Blæretang ¹	1987	PAH Metaller	Knutzen, 1989
Tveekrehlm.	Blåskjell	1991	PAH	Konietzny & Knutzen, 1992
Sogneskjæret	Blåskjell	1987	PAH	Knutzen, 1989
Sogneskjæret	Blåskjell	1991	PAH	Konietzny & Knutzen, 1992
Kristenvik	Blåskjell ¹ Grisetang ¹ Blæretang ¹	1987	Metaller	Knutzen, 1989
Øraneset	Blåskjell ² O-skjell ² Grisetang ¹ Blæretang ¹	1987	PAH Metaller	Knutzen, 1989
Øraneset	Blåskjell	1991	PAH	Konietzny & Knutzen, 1992
Korsneset	O-skjell	1987	PAH	Knutzen, 1989
Korsneset	O-skjell	1991	PAH	Konietzny & Knutzen, 1992

	Blåskjell			
--	-----------	--	--	--

¹ Kun metaller, ² Ikke metaller

NB Fisk er ikke tatt med i tabeller

Vedlegg 4 Oversikt over oppdrettsanlegg i Sunndalsfjorden. Data hentet fra SESAM databasen

Lokalitet	Type	Bedrift	Utslipp	Kommune
Merraberget	Matfisk	Hydroteck AS	P-126 kg N- 600 kg C-900kg År2002	Neset
Labeget	Matfisk	Hydroteck AS	Flyttet	Neset
Sjølsvik	Mærd/ Matfisk	Hydroteck AS	P- 56107 kg N- 267180 kg C- 400770 kg Data år 2002	Gjemnes
Sjølia	Mærd/ Matfisk	Hydroteck AS	P- 13676 kg N- 65128 kg C- 97692 kg Data år 2002	Neset
Gagnat	Mærd/ Matfisk	Hydroteck AS	-	Gjemnes
Naustneset	Mærd/ Matfisk	Hydroteck AS	P- 1272 kg N- 5793 kg C- 10334 kg Data år 2000	Gjemnes
Høybuvika	Matfisk	Hydroteck AS	P- 3982 kg N- 19863 kg C- 25435 kg Data år 2000	Gjemnes
Rimstad	Land/Yngel	Akva Gen AS	-	Tingvoll
Hegerbergtrøa	Mærd/ Stamfisk	Akva Gen AS	P- 3898 kg N- 18564 kg C- 27846 kg Data år 2002	Tingvoll
Honnhammarvika	Mærd/ Stamfisk	Akva Gen AS	P- 511 kg N- 2529 kg C- 33431 kg Data år 2002	Tingvoll
Samuelsberga	Mærd/ Stamfisk	Akva Gen AS	P- 1485 kg N- 7072 kg C- 10608 kg Data år 2002	Tingvoll
Sjølseng	Landanlegg/ Yngel	Institutt for akvakultur- forskning	P-918 kg N-4970 kg C-5391 kg Data år 2001	Sunndal

Vedlegg 5 Kostnadsoverslag supplerende undersøkelser

Nedenfor er det satt opp et grovt kostnadsoverslag for supplerende undersøkelser på bakgrunn av vurderingen av de ulike delområdene. Budsjettene bør betraktes som retningsgivende eksempler, og endelig budsjett må utarbeides etter en nøye diskusjon om mål og hensikt med undersøkelsene. Kostnader til reiser, fartøyleie, feltarbeid kan reduseres dersom aktivitetene samkjøres.

Sunnalsøra

Aktivitet	Antall	Enhetspris	Sum
PCB sediment	5	1500	7500
Kvikksølv sediment	5	450	2250
PAH sediment overflate/dyp	30	1500	45000
Beregne utslipp fra kommunale avløp			20000
SPMD elvetilførsel av PAH/ en måned overvåkning	en måned	6000	6000
Timeutgifter, feltarbeid (2 dager)			36.000
Administrasjon			10000
Rapportering/Vurderinger			70000
Reise inkl. timer			10000
Båtleie 2 dager			40000
Sum			<u>230750,- eks. mva.</u>

Raudsand

Aktivitet	Antall	Enhetspris	Sum
Vannmåler pr. år	1		Ca 40000,-
PCB analyse industrivann	1	1500,-	1500,-
SPMD (passive prøvetakere) m/ analyse av PCB i avløpsvann	en måned	6000	6000,-
Reise 2 x tur-retur (utsetting/innhenting av SPMD)			15000
Administrasjon/Rapportering			10000
Sum			<u>72500,- eks. mva.</u>

Tingvoll

Prøvetaking	Antall	Enhetspris	Sum
PAH ₁₆ +TBT+PCB ₇ + Hg+Pb+Cu+Cd+TOC	4	4250,-	17000,-
Feltarbeid (1 dag) 2 pers.	1 (dag)	800,-	20000
Reise (2 pers)		6000,-	6000
Fartøy (1 dag) typisk leie kostnad		20000	20000
Rapportering (Notat)			10000
Sum			<u>73000,- eks. mva.</u>

Overslag ved samkjøring

Sparte kostnader reise, feltarbeid, fartøyleie, adm./rapportering

Sum kostnader ved samkjørt prøvetaking	<u>300.000,- eks. mva.</u>
---	-----------------------------------