

Fylkesvise tiltaksplanar for forureina sediment.

Fase I

Sørfjorden

Rapport på oppdrag frå

**Fylkesmannens Miljøvern avdeling
Hordaland**

Av

Amund Måge & Walter Jaggi

Alex Stewart Environmental Services AS
- Hardanger Miljø senter -
Tyssedalsveien 16, 5750 Odde
www.asa-odda.no



ALEX STEWART ENVIRONMENTAL SERVICES AS

Forord

Arbeidet med denne rapporten kom i gang tidleg i september etter initiativ frå Fylkesmannens Miljøvernavdeling i Bergen ved Håkon Kryvi. Arbeidet er ein del av eit omfattande internasjonalt prosjekt med tittelen "Reint og rikt hav".

Alex Stewart Environmental Services AS -Hardanger Miljøseneter- var svært stolte over å få oppdraget som er leia av dr. scient. Amund Måge med god hjelp av siv. Ing. Walter Jaggi.

Midt i arbeidet vart dagleg leiar for vesle verksemd sjukemeld, Amund Måge konstituert som dagleg leiar og ein alt knapp tidsplan såg ut til å gå heilt på vranga.

Dette har dog gjort at Walter Jaggi har fått tatt ut meir tid har kunna boltra seg litt i sin kunnskap frå arbeidet som siste miljøansvarlege ved Odda Smelteverk før konkursen. Vi trur det har vore serdeles nyttig og vi har fått sikra ein del kunnskap som elles lett kunne gått tapt.

Vi takkar NIVA ved Anders Ruus som både har kome med nyttige innspel i prosessen og hjelpt med lite tilgjengeleg litteratur. Vi takkar også Emil Jøsendal ved Outokumpu Norzink, Arne Oppegård og Helga Gustavsen ved TTI, Rolf Bøen ved Odda kommune og Håkon Kryvi ved Fylkesmannens Miljøvernavdeling for nyttige innspel.

I og med at tidsskjemaet sprakk så ser vi på denne rapporten som førebels og det er viktig at innhaldet kan diskuterast i styringsgruppa og tiltaka prioriterast. Vi er likevel nokolunde trygge på at dei fleste ballar som kunne kastast opp i denne fase av arbeidet er komen i lufta og vi ser fram til at arbeidet kan gå vidare. Mest av alt ser vi fram til det på vegne av dei rundt Sørfjorden som føler at litt livskvalitet vert borte ved tanke på at fjorden framleis ikkje har kunna kvitta seg med kosthaldsråd i høve til sjømat. Vi håpar at tiltak som kan koma ut av denne første fasen vil gjera at vi kjem nærare det målet.

Odda 14.11.2003

Amund Måge & Walter Jaggi

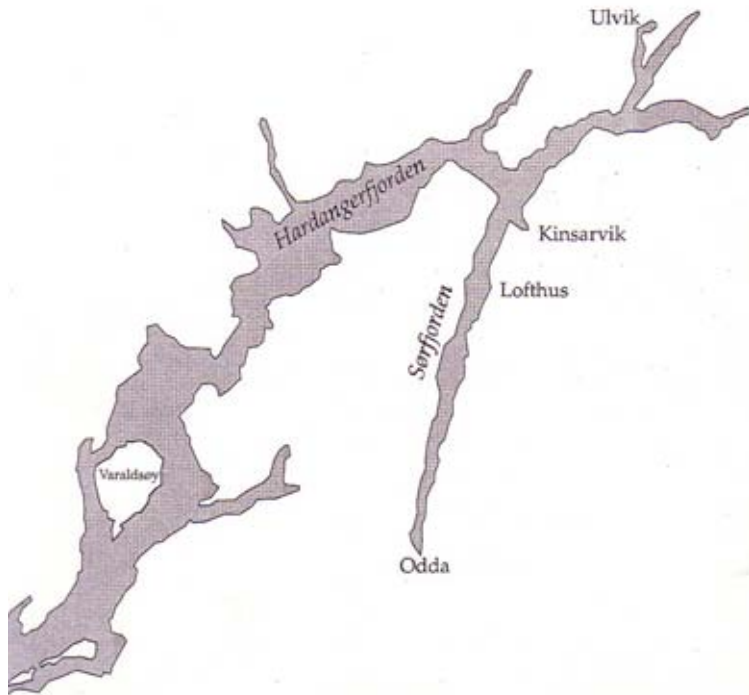
INNHALDSFORTEIKNING

Forord	2
Innholdsfor-teikning	3
1. OM SØRFJORDEN	4
2. KORT INDUSTRIHISTORIKK	6
3. SITUASJONEN FOR SEDIMENT I SØRFJORDEN	7
• 3.1 Fjorden sitt hovudløp	8
• 3.2 Spesielle mindre område der ein har meir kunnskap	9
4. SØRFJORDEN, BIOLOGI & KOSTHALDSRÅD	17
• 4.1 Kort om fauna i blautbotn, biodiversitet & kommersiell fangst	17
• 4.2 Dagens kosthaldsråd	17
• 4.3 Metall i blåskjel	18
• 4.4 Fisk og fiskemuskel – Vekt på torsk	19
• 4.5 Organiske miljøgifter, fiskelever og skaldyr	20
5. UTSLEPP FRÅ DAGENS AKTIVITETAR	21
• 5.1 Industri	21
• 5.2 Skipstrafikk	23
• 5.3 Avløp – Kloakk	23
6. LANDDEPONI	24
• 6.1 Hjøllotippen 1 (Ragde)	24
• 6.2 Hjøllotippen 2	24
• 6.3 Industriarealet til Odda Smelteverk	25
• 6.4 Deponi DNN/TTI	25
• 6.5 Outokumpu Norzink Fjellhallar	25
• 6.6 Deponi på Lindenes	26
• 6.7 Plantevernsmiddel frå landbruket – DDT	26
7. VURDERING AV SEDIMENTSITUASJONEN	27
8. FORSLAG TIL FASE II	28
9. LITTERATUR	30
VEDLEGG	33

1. OM SØRFJORDEN

1.1 Geografi & Topografi

Sørfjorden er den innerste fjordarmen av Hardangerfjorden. Den går nesten rett sydover mot Odda frå den tek av frå Hardangerfjorden mellom Utne og Kinsarvik. Det er ein smal fjordarm med middels breidd på 1,7 km, og lengd på 37 km på austsida og noko lengre på vestsida. Innerst i fjordbotnen ligg Odda (Figur 1). Fjorden er omkransa av bratte fjell opp mot Hardangervidda på austsida og opp mot Folgefonna på vestsida.

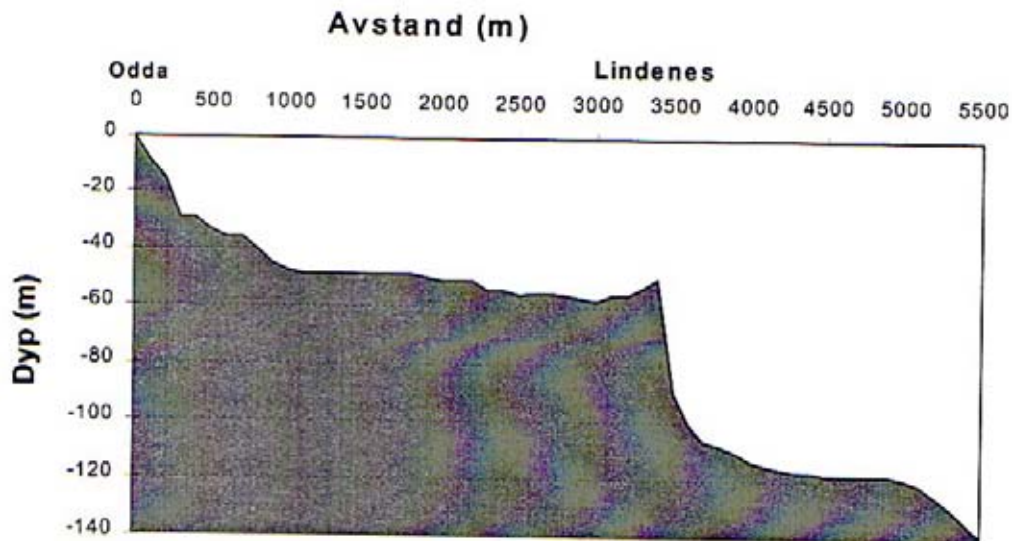


Figur 1. Enkelt kart som viser Sørfjorden (Frå: NIVA).

Det indre hamnebasseng dannar ei hylle som har ei djupn på om lag 40 m (Figur 2). Botnen tek til å helle bratt nedover frå og med om lag 30 m pr km rett utanfor Eitrheimsneset. Største djupet finn ein ved Eikhamrane (400 m). Ved innlaupet er det ein terskel med djupn 250 meter. Frå terskelen og utover i Hardangerfjorden er botnen særst bratt, og aukar til over 700 m berre 2 km utanfor fjordmunninga.

Store mengder ferskvatn vert tilført fjorden i løpet av året frå elvar som renn ut i fjorden. Det er dei to elvane Tysso og Opo innerst i fjorden som har størst verknad for straum tilhøve i fjorden.

Mengde vatn frå Tysso, som er regulert, varierer lite, og har eit gjennomsnitt på 26 m³/s, mens vassføring frå Opo varierar mellom 0.6 m³/s til 389 m³/s, med eit gjennomsnitt på 37,4 m³/s. Totalt sett kan ein rekne eit gjennomsnitt på om lag 2000 mill. m³/år frå dei to elvane.

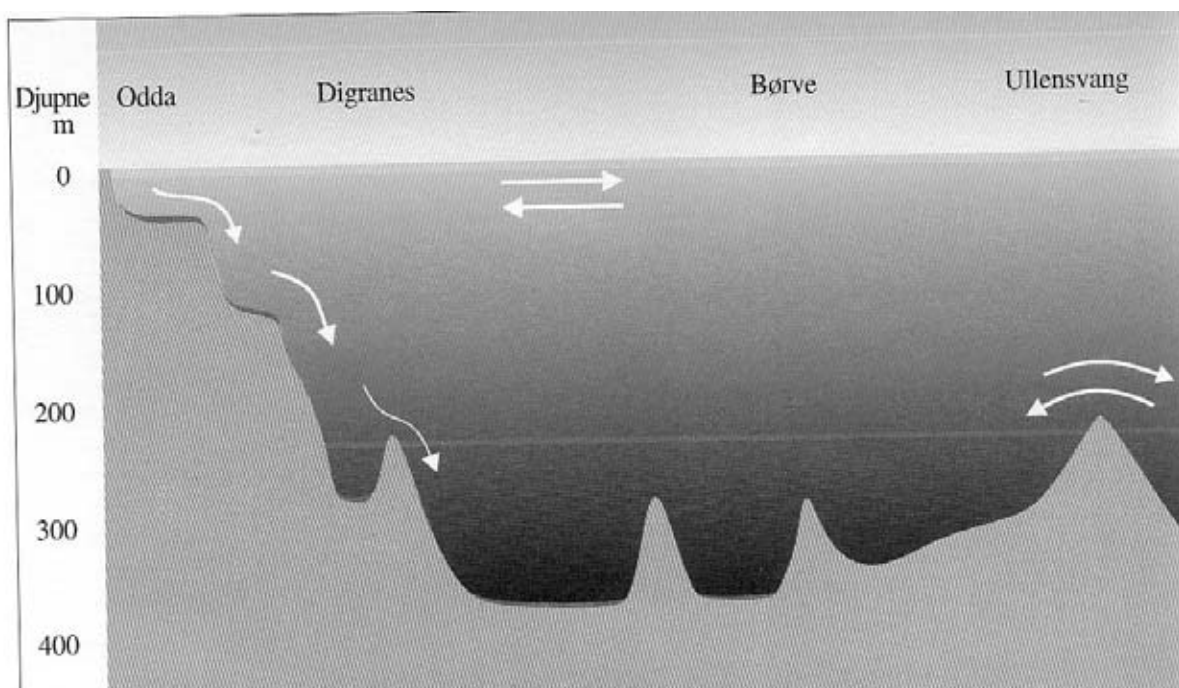


Figur 2. Botnprofil a inste del av Sørfjorden. (Frå NIVA)

Brakkvannslaget si tjukn utover fjorden vil blant anna avhenge av variasjonen i tilført ferskvatn, men vil typisk variere mellom 5-15 m. Volum av brakkvatn blir då om lag 1 km^3 . Det intermediære lag i Sørfjorden går ned til 250 m, og har eit volum på om lag 9 km^3 . Bassenget under 250 m får eit samla volum på om lag 2 km^3 . Samla volum av vassmassane vert då 12 km^3 .

Fjorden utover er elles til dels svært djup med største djupn på om lag 400 meter om lag 12 kilometer utover frå Odda. Det er ein terskel på om lag 250 meter ved utløpet.

Straumtilhøva er typiske for fjordar med ein utgåande straum av ferskvatn i overflata og inngåande straum leger nede i vannmassane (Figur 3).



Figur 3. Botnprofil i fjorden si lengd (Frå Storås & Skei, 1996)

2. KORT INDUSTRIHISTORIKK.

På 1800-talet var Odda og Sørfjorden ein turistperle med aukane popularitet. Dei mektige fossane, spesielt Tyssestrengene, Ringedalsfossen og Låtefossen trekte stadig meir turistar. Hotell vaks fram og Odda vart eit Europeisk Turistsenter. I 1900 hadde Odda 10 større og mindre hotell.

Også pionerane innan kraftutbygginga kom til Odda og såg kreftene i fossane. I 1906 starta ei lynrask kraftutbygging i Tyssedal og industriutbygging i Odda. Alt i 1908 stod karbidfabrikken i Odda Sentrum ferdig, driven av kraft frå kraftstasjonen i Tyssedal. Fram til i 1957 vart det produsert kalsiumkarbid med opne einfase omnar.

Kalsiumcyanamid produksjonen kom i gang året etter i 1909, gjennom A/S North Western Cyanamide Company. Dicyandiamid produksjonen kom i gang i 1951. Det er utslepp frå denne som har gjeve spesielle problem. Filterkake frå filtrering av dicyandiamid råløysning, som i hovudsak består av finkornig kalsiumkarbonat faststoff (CaCO_3) og grafitt (C) vart slemma før den vart slept ut i sjøen vest for dåverande eksportkai. Etter kvart vart hamnebassenget fullt, og i 1959 kom Djupevik ledninga i drift. Odda Smelteverk stansa produksjonen hausten 2002 og vart slege konkurs i februar 2003.

Aluminiumproduksjon i Tyssedal starta opp i desember 1916. Dei første omnane var små og opne, med forbrende anodar. Desse omnane hadde ingen oppsamling av omnsgass og hallgass. All avgass gjekk difor via omnshusatmosfæren til omgjevnd. Det er ikkje utført målingar av utslipp frå denne perioden, men det føreligg eit grunnlag for å gjøre ei kvalifisert vurdering av mengde. Ein større utviding og modernisering vart utført i 1953. Då vart 45 kA Søderberg omnar med sjølvbakande anodar innført. Samstundes vart og eit nytt gassvaskeanlegg innført, som reduserte utsleppet til luft, men samstundes medførte eit nytt utsleppspunkt mot sjø. Aluminiumsverket vart nedlagt i 1982.

I 1929 vart hydrometallurgisk framstilling av sink sett i gang på Eitrheim. Lutningsprosessane, reinsing og elektrolyse hadde frå første start av funne stad i vassløyseleg miljø, noko som gav von om lav grad av luft ureining. Derimot vart store kvanta av dels utluta malm lagra i Eitrheimsvågen. Dette var i fylgje vurdering utført av Miljøvern komiteen i Odda (1974) utvilsamt ein sterkt dominerande årsak til kontaminering av jordsmonnet over eit stort nedfallsfelt fordi det tørka opp og blåste ut over bakkane. Frå 1950 vart ein prosess for sulfatiserande røsting av kontinuerlig produksjon sett i gang. Her vart sinkferitt spalta til $\text{ZnSO}_4 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, og etter slemming, fråfiltrering og utvasking framkom eit nytt residu med lavt restsink innhald. Frå 1954 vart det gjeve tillating til å sleppe ut residuet på djupt vatn i Sørfjorden. Dette vart løysninga fram til det kom nye krav frå forureiningsmynda, som medførte at ein valde lagring i fjellhallar som løysning. Denne løysinga vart teke i bruk

Tinfos Titan & Iron starta opp hausten 1986 under namnet Ilmenittsmelteverket på tomte etter det nedlagte aluminiumsverket. Tinfos konsernet overtok som hovudeigar i 1988 ved å kjøpe staten sin del av bedrifta. Namnet vart då skifta til Tinfos Titan & Iron (TTI). Forut for oppstart av prosessen vart det gjort ei konsekvensanalyse med omsyn til kva forureining ein kom til å få.

Ilmenitt er eit mineral som i hovudsak består av titanoksid og jernoksider (FeTiO_3) og produkta er titanslagg og råjern.

Sidan miljøkomiteen i Odda sitt banebrytande og svært grundige arbeid i 1970-74 har det kome stort tempo i miljøinvesteringane i Odda. Krava er vorte stadig skjerpa og berre dei industribedriftene som har kunna investera har hengt med. Av dei ”gamle” er no berre Norzink igjen mens både aluminium og karbid er borte. Ei ny tungindustribedrift kom til så seint som i 1986 og har også måtta møta dei nye miljøkrava offensivt.

I løpet av 2002 og 2003 har begge dei to store industribedriftene; Tinjos Titan & Ironi og Outokumpu Norzink; vorte sertifisert etter miljøstandarden ISO 14001. Det lovar godt for vidare miljøatsing frå industrien si side i området.

Miljø og industrihistoria i Odda er nærare beskriven av Storås og Skei (1996).

3. SITUASJONEN FOR SEDIMENT I SØRFJORDEN

Innleiing

Ut frå den omfattande industrihistoria og dei data som føreligg er det naturleg å ta for seg sedimentsituasjonen for Sørfjorden på to nivå. Det eine er den generelle situasjonen i det store fjorbassenget, som vi definerer startar nord for skråninga som går frå ca 40-50 meters djup ned til drøyt 100 meter i ei linje frå Eitrheimselva til Lindenes. Dette området har vorte påverka av dei ulike ureiningane og i dei stor linjene er det slik at dei større sedimentførekomstane er påverka av:

- 1) tungmetall (i hovudsak frå sinkproduksjon)
- 2) PAH både frå aluminiumsproduksjon i Tyssedal og frå Odda Smelteverk
- 3) Nitrogenhaldig slam frå Odda Smelteverk
- 4) DDT frå landbruket

Sjølv om det også har vore fokus på PCB, er det i høve til sediment i hovudsak eit lokalt problem for eit mindre område ved Tyssedal, mens det diverre har spreidd seg til ein del biota.

Vi vil først i dette kapittelet (3.1) ta for oss dei generelle trekka for sedimentsituasjonen.

I tillegg til dette har det vore gjort mange spesifikke undersøkingar av sediment i Sørfjorden i samband med det ein veit eller har hatt mistanke om har vore spesielt ureina område, ”hot spots”. Vidare er det gjort undersøkingar i ulike mindre område i samband med at det har vore utslepp eller skal setjast i gang tiltak som berører området.

Tidlege data - Før 1980.

Det er naturleg å ha tida rundt 1980 som ei grense i tid når ein vurderer ulike overvakingsdata frå Sørfjorden. Frå 1981 kom det nemleg i gang med eit organisert overvakingsprogram, seinare omtale som Statleg overvakingsprogram som har gått i regi av SFT. Programmet har vore finansiert av Outokumpu Norzink, Odda Smelteverk, Tinfos Titan & Iron, Odda kommune og Ullensvang herad. Dette programmet har i heile perioden i hovudsak hatt NIVA som hovudentreprenør og i seinare år (frå ca. 1993) har Alex Stewart Environmental Services vore underleverandør for dei lokale tokta.

Før dette er det likevel viktig å trekkja fram det arbeid som vart gjort av Miljøkomiteen i Odda (Sjå refliste). Dette arbeidet resulterte i ein serie rapportar og ein del frittstående vitenskaplege artiklar.

Av data som er relevante å trekkje fram før dette er spesielt Jens Skei m.fl., 1972 sin første artikkel om sedimenttilstanden banebrytande. Denne bygde også bl.a. på det same arbeidet som vart gjort i Miljøkomiteen for Odda. Blant anna får ein klart fram overkonsentrasjonane av sink, bly, kadmium, kopar, tinn og sølv i sedimenta i dette arbeidet. På dette tidspunkt var ein nok enno ikkje i stand til å måla kvikksølv i sedimenta.

3.1 Fjorden sitt hovudløp

Statleg overvaking og JAMP – 1981 til no.

Det statlege overvakingsprogrammet for Sørfjorden var av dei første som kom i gang og det ligg etter kvart eit svært verdifullt datagrunnlag for analysar her. Hovudvekta er lagt på vann-analysar og noko biota (tang, blåskjel og fisk) i det årlege overvakingsprogrammet.

Det er om lag kvart 5. år utført prøvetaking og analyse av sediment og i dette ligg det høgst relevante data for denne rapporten. Det er sidan oppstarten i prinsippet gjort 4 undersøkingar som inbefattar sediment i statleg overvaking (Tabell 1). Vidare vart det gjort eit eige studium på PCB tilbake i 1990 (Skei & Klungsøyr, 1990).

Ved sida av Statleg overvakingsprogram for Sørfjorden og Hardangerfjorden har ein også gjennom eit overvakingssystem for sediment knytt til Nordsjøkonferansane og Oslo- og Pariskommisjonen. Dette programmet er kalla Joint Assessment and Monitoring Program og omfattar ulike havmiljø der også Sørfjorden er med. Dette har skjedd i tillegg til Statleg overvaking. Data frå sediment i Sørfjorden er gjevne ut i ein samlerrapport (Green, 2002).

Tabell 1. Oversikt over viktige undersøkingar som inbefattar større fjordområde i Sørfjorden.

Årstal:	Antal stasjonar i Sørfjorden	Program:	Referanse
1981	6 stasjonar + Granvin	Statleg Overvaking	Næs & Rygg (1982)
1985	4 stasjonar + Hardfj.	Statleg Overvaking	Skei et. al (1986)
1991	7 stasjonar + Hardfj.	Statleg Overvaking	Skei (1992)
1996	7 stasjonar + Hardfj.	Statleg Overvaking	Rygg & Skei (1997)
1990	3 stasjonar + Hardfj.	JAMP	Green (2002)
1997	3 stasjonar + Hardfj.	JAMP	Green (2002)
1990		PCB-prosjekt	Skei & Klungsøyr (1990)
2003	4 inkl. Lothe	FoU-prosjekt	Coteur et al (2003)

På grunn av dei høge verdiane ein har funne av tungmetall i Sørfjorden, har fjorden blitt ein viktig forskingsarena. Rapportar frå slik forskning er gjerne av meir tilfeldig karakter enn det strukturerte opplegget i statleg overvaking/JAMP, men slike rapportar kan også vera med å gje eit heilskapleg bilete.

Vi vel å kun presentere nokre få data her og har valt ut JAMP-serien som er den siste som har dei faste stasjonane inne. Stasjon Tyssedal kan faktisk sjekkast mot arbeidet til Noteby utanfor Mulen der det vart gjort ei rad målingar i same området.

Det som er viktig å merkja seg her er at sedimentverdiane utanfor Tyssedal vil vera avhengig av kvar ein treff og generelt er nok verdiane for kvikksølv i dag som regel over grensa for klasse V (SFT, 1997). Ved Digranes kan det vera endå høgare tungmetallnivå. Her er det ein stasjon i Statleg overvakingsprogram. Her og utover er fjorden på det djupaste (ca. 400 m) og det er godt mogeleg at dette verkar som ”sink” for ureine sediment. Nivåa fell at mot Kvalnes og vidare mot Krossanes. Sjølv på Krossanes der Sørfjorden sluttar er det ikkje målt Hg-verdiar under 1 mg Hg/kg tørrstoff. Grensa for klasse III i klassifiseringssystemet går ved 0,6 mg Hg/kg ts.

Tilsvarande forhøga verdiar finn ein for bly, men noko lågare i høve til klassifisering for kadmium, kopar og sink.

Tjukna på det forureina laget såg ut til å vera om lag 8 cm ute i Hardangefjorden, mens det inne i Sørfjorden truleg er djupare. Her vil naturleg sedimenteringsrate vera vesentleg for oppbygging av nytt sediment. Vi har ikkje gode data på dette feltet på det men det kan vera snakk om 2-3 millimeter/år langt inne i Sørfjorden og kanskje ned mot 1 millimeter/år lenger ute. Dersom det no berre kjem til reine naturlege sediment vil det såleis 30-100 år for å få fram eit reint toppsediment på 10 cm.

Tabell 2. Viser data frå sediment frå JAMP-programmet på dei tre stasjonar utover fjorden.

Stasjon	Prøve-taking		Tal prøvar	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn	PCB7	DDT-Sum	PAH-Sum
	År	Djupn		Mg/kg TV	Mg/kg TV	Mg/kg TV	Mg/kg TV	Mg/kg TV	µg/kg TV	µg/kg TV	Mg/kg TV
Tyssedal	1990	111m	(n=3)	8,2 (IV)	238 (III)	8,8 (V)	1910 (V)	2670 (III)			
	1997	111m	(n=3)	2,9 (III)	90,8 (II)	4,0 (IV)	532 (III)	1610 (III)	7 (II)	7,4 (III)	37,5 (V)
Kvalnes	1990	390m	(n=1)	0,46 (II)	64,2 (II)	2,14 (III)	288 (III)	500 (II)	3 (I)	14,3 (IV)	2,2 (III)
	1997	390m	(n=3)	0,80 (II)	65,0 (II)	2,25 (III)	343 (III)	527 (II)			
	1997	390m	(n=3)						2 (I)	15,2 (IV)	2,4 (III)
Krossanes	1990	304m	(n=3)	0,31 (II)	41,7 (II)	1,32 (III)	187 (III)	300 (II)			
	1997	305m	(n=3)	0,34 (II)	40,9 (II)	1,17 (III)	222 (III)	315 (II)			
	1997	305m	(n=2)						3 (I)	6,1 (III)	1,1 (II)

3.2 SPESIELLE MINDRE OMRÅDE DER EIN HAR MEIR KUNNSKAP

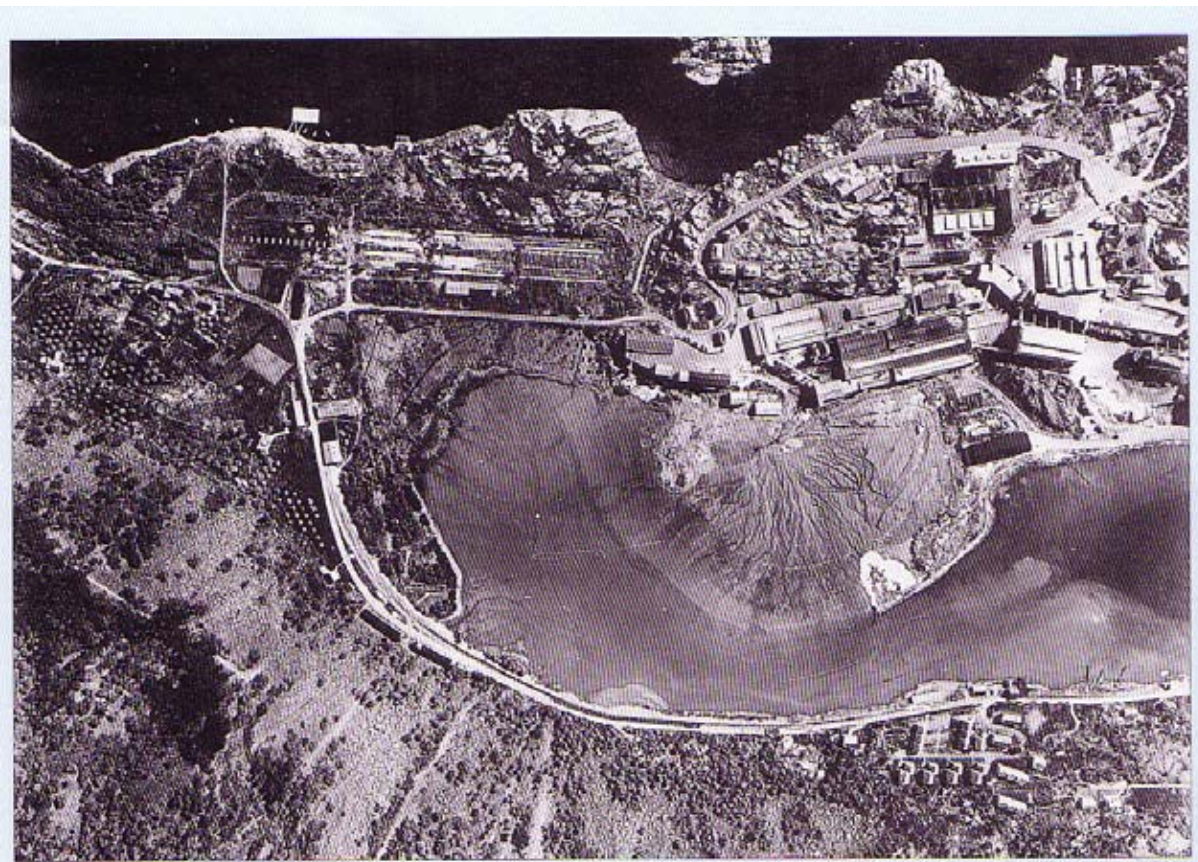
I utgangpunktet er heile området innanfor ei linje mellom Lindenes og Eitrheimselva å betrakta som eit spesialområde når det gjeld sedimentkvalitet. Det har vore mange ulike påverknader gjennom den industrielle historia til bedriftene.

I tillegg til data som vert framskaffa og presentert gjennom Statleg overvaking og JAMP er det gjort mange spesifikke undersøkingar av sediment i Sørfjorden, spesielt indre delar i

samband med ulike prosjekt. Dette har i hovudsak vore utført av aktuelle bedrifter og lokal forvaltning.

3.2.1. Eitrheimsvågen – Norzink kai

Eitrheimsvågen var dei første åra av Norzink sin historie hovudmottakar for prosessavfall frå produksjonen. Dette området var såleis svært forureina og framsto også som tydeleg forureining ved at store mengder raudbrunt slam /sediment låg synleg i Vågen. På dagar med høg sjø kunne ein sjå korleis raudfarga jarositt vart spreidd til fjorden frå Vågen. Alt på 50-talet vart det slått ein tunnel slik at hovudutslepp for tungmetallhaldig slam flytta ut på utsida av Eitrheimsneset, nord. Sidan dette er det ikkje tilført nytt slam, men det vart heller ikkje gjennomført systematisk oppreinsking sjølv om ein del materiale vart teke opp og seld (Miljøvernkomiteen, 1974). Vågen såg då ut som på biletet under.



Figur 4. Bilete som viser Eitrheimsvågen i juni 1958 (Foto: Norzink AS).

Alt i 1986 vart det laga ein betongspunt for å hindra utlekking frå området. Vidare vart det i perioden 1990 til 1992 gjennomført eit pionerprosjekt i norsk miljøvernhistorie. Då vart ein då bygd ein om lag 200 meter demning på tvers av våge der kjernen er stålpunt på landsida. det vart gjort strandforsterkningar. Vidare vart det lagt ut 90000m² fiberduk som vart sveisa og som dekkja alt frå fjæresone og ned til ca. 12 meter. Oppå duken vart det så lagt på sand (ca 30 cm.). Det var fylt på reine massar bak spuntveggen, tilfør jord og sådd slik at dette området i dag er golfbane.

Vatn frå området innanfor betongbarriere (og øvrig bedriftsområde) vert no, gjennom tiltak i Norzink sitt prosjekt avløp, også forhindra frå å siga ut i Eitrheimsvågen og vil i staden gå i eit dreneringssystem til ein bufferhall og vidare til hovudreinseanlegg.

Miljøsituasjonen i Eitrheimsvågen er framleis noko problematisk avdi det er kome til ny forureining på sandlaget etter opprydningsarbeidet. Det er gjort to større undersøkingar dei siste to åra som dokumenterer at forureiningssituasjonen framleis er dårleg i dette området. Dette viser at rekkefølga på ulike tiltak er viktig.

Den eine undersøkinga vart gjort i samband med uhellsutslepp av hovudsakeleg Hg til Eitrheimsvågen 1999-2000. Det vart i etterkant gjort eit omfattande arbeid med sediment og biota (blåskjel & torsk) som er dokumentert i form av ein NIVA-rapport (Walday, 2002). I dette arbeidet vart det bl.a. teke to parallelle sedimentprøvar av i alt 12 prøvepunkt i Eitrheimsvågen. Forureiningssituasjonen er klarlagt bla. for dei 4 mest problematiske tungmetalla; kvikksølv, bly, kadmium og sink. Samtlege 24 prøvar, 12 punkt, var for kadmium og kvikksølv karakterisert som "Meget Sterkt Forurenset" (Klasse V) i høve til SFT si klassifisering (SFT, 1997). Situasjonen for bly og sink for ein stor del liknande, men for desse elementa fans det også prøvar i klasse III og IV innerst i Eitrheimsvågen.

Den andre omfattande undersøkinga vart gjort av Noteby (Noteby, 2002) i samband med prosjektering av ny kai. Her vart det teke ei rad sedimentprøvar langs det aktuelle kaiområdet frå langt inne i Eitrheimsvågen og utover mot sydtippen av kaien. Resultata frå dette arbeidet viste også svært høge verdiar av alle dei aktuelle tungmetalla. Sink var opp i 49 % i ein sedimentprøve og slike verdiar reflekterer at det er spill frå lossing av sinkkonsentrat over mange år som utgjer ein stor del av desse sedimenta. Nokre av prøvane her var for øvrig også noko ureina av PCB og til dels mykje ureina av PAH. Dette reflekterer nok gamle tiders verksmed på kaien. Det er i gang utbetring av gammal råstoffkai som også har som mål å redusere denne type utslepp. Snittverdiar er gjevne i tabellen under (Tabell 3).

Kvar grensene går for forureina sediment i ulike ureiningsklassar veit vi ikkje, men vi ser at nivåa framleis er svært høge nokre hundre meter sør for Eitrheimsneset ved båthamna på Egne Hjem der det også vart gjort undersøkingar av sediment så seint som i år 2000. (Data frå Noteby, 2000)

Tabell 3. Middelverdi for tungmetall i sediment ved råstoffkai Norzink og på Egne Hjem ved båthamn. SFT's klasse i parentes.

Stad	Zn	Cu	Pb	Cd	Hg
Råstoff-kai.	181 902	1554	6398	546	75
Norzink	(V)	(V)	(V)	(V)	(V)
Båthavn,	3718	350	1685	19	42
Egne Hjem	(IV)	(III)	(V)	(V)	(V)

Dersom vi går ut frå at det er spilt råstoff (sinkkonsentrat) som dekker i alle fall deler av Eitrheimsvågen vil det vera eit interessant i kva grad metall i desse sedimenta er biotilgjengelege. I dette sinkkonsentratet er metalla i sulfidform og sjølv om metallnivået er svært høgt kan ein forventa at dei er relativt mindre biotilgjenge enn for oksid.

I praksis viser dette at det må vera viktig å sjå på rekkefølga i ulike miljøprosjekt. Manglande kontroll på kjelder kan her ha ført til at duken/sanden lagt i 1992 har blitt dekkja med metallhalding slam og verdien av det prosjektet er då svekka.

3.2.2. Odda hamnebasseng, Sydleg del.

Sedimenta i Odda hamnebasseng er i stor grad påverka av utsleppa av filterkake frå Odda Smelteverk sin DICY-produksjon. Dette utsleppet starta så vidt vi har fått på det reine om lag 1950. I byrjinga vart det slept ut i leidning like ved Opo sitt utløp på vestsida av elvemunningen (Deponi 1). Då dette området var fylt opp (1975) vart utsleppsleidningen flytta lenger nordaust i hamnebassenget til området like nedanfor byggefeltet Skogen. Her er leidningen også flytta noko rundt men det er i hovudsak i eit stort sedimentert område der det på botnkartet tydeleg framstår to toppar (Deponi 2 og 3). Desse er godt omtala i kart frå rapporten frå Dames & More (Westerlund og Hovda, 2000).

Desse utsleppa er i volum betydelege. Faststoffet i filterkaka består i hovudsak av kalk (blanding av i hovudsak CaCO_3 samt noe Ca(OH)_2) og noko dicyandiamid som inneheld nitrogen kontaminert med blant anna svovel, cyanid, PAH og tungmetall.

Utsleppsleidningen si munning har vore (og er) forankra på 20 m djup i hamnebassenget. Fine fraksjonar kunne stige mot overflata eller innlagrast på middels djup saman med utsleppsvatnet, men hovudmengd av avfallet sedimenterte truleg hurtig i nærleiken av utslippspunktet der sjøbotnen etter kvart er dekkja av tjukke lag av avfallsmaterial (Schanning 1999; Westerlund og Hovda, 2000).

Det er to viktige problemstillingar i høve til dette utsleppet. Det eine er at nitroget som er sleppt ut er i ei slik kjemisk form at det har forbrukt mykje oksygen. Westerlund og Hovda (1999) berekna grovt at halvparten av nitrogenet frå utsleppet gjekk i vannmassane og resten sedimenterte. Men det ville kunne vera vidare utlekking av nitrogen i redusert form (ammonium). Dette utsleppet og utlekkinga er tenkt som hovudårsaka til dei til dels svært dårlege oksygentilhøva ein har hatt i Odda Havnebasseng med bl.a. fiskedød som resultat. Desse oksygenproblema har vore overvaka i fleire år (Sjå t.d. Molvær & Johnsen, 1997). Pågåande overvaking i 2003 vil gje viktige peikepinnar på om tilhøva no er betra og kva ein kan forventa seg vidare etter at utsleppa er stogga for godt etter Odda Smelteverk sin konkurs. Denne overvakinga bør no følgjast opp vidare over tid og over fleire årstider.

Det andre problemet er at utsleppa fram til 1994 inneheldt til dels mykje PAH. Dette ser vi også att i kjerneprøvene tekne i dei to eldste deponia i havnebassenget, der verdia heilt opp mot 100 mg PAH/kg ts vart funne og det var også høgt nivå av benz(a)pyren i desse prøvane. Faktisk foreslår Dames & Moore i denne rapporten at dei eldste sedimenta burde tildekkast med bakgrunn i desse forhøga PAH-verdiane.

3.2.3. Området Eitrheim aust

Her er sedimenta i sydleg del påverka av utslepp frå anhydrittproduksjon og i nordleg del vil det vera stor påverknad frå jarosittutsleppa frå tidlegare utslepp før 1986.

I Sørøst.

Syd på Eitrheimsneset ligg Aluminiumfluoridfabrikken, som er ei eiga eining under Outokumpu Norzink. Fabrikken produserer aluminiumfluorid som vert brukt i aluminiumsindustrien. Råstoffa er Fluss-spat og svovelsyre frå eigen produksjon. Eit biprodukt av prosessen anhydritt, populært kalla gips, CaSO_4 . Dette har vore tillate slept ut gjennom utsleppsrøyr på 30 meter, Utsleppa har pågått sidan 70-talet. Området som er influert

er vist på Figur 5. Dette er basert på eit arbeid frå Miljøplan IS, 1990. Det er sleppt ut frå om lag 50 000 til 80 000 tonn årleg i åra etter dette. Influensområdet no kan vera større. Anhydritt er blitt eit salgsprodukt og ein forventar at utsleppa vil gå ned dei komande åra i takt med at salgsvolumet aukar.

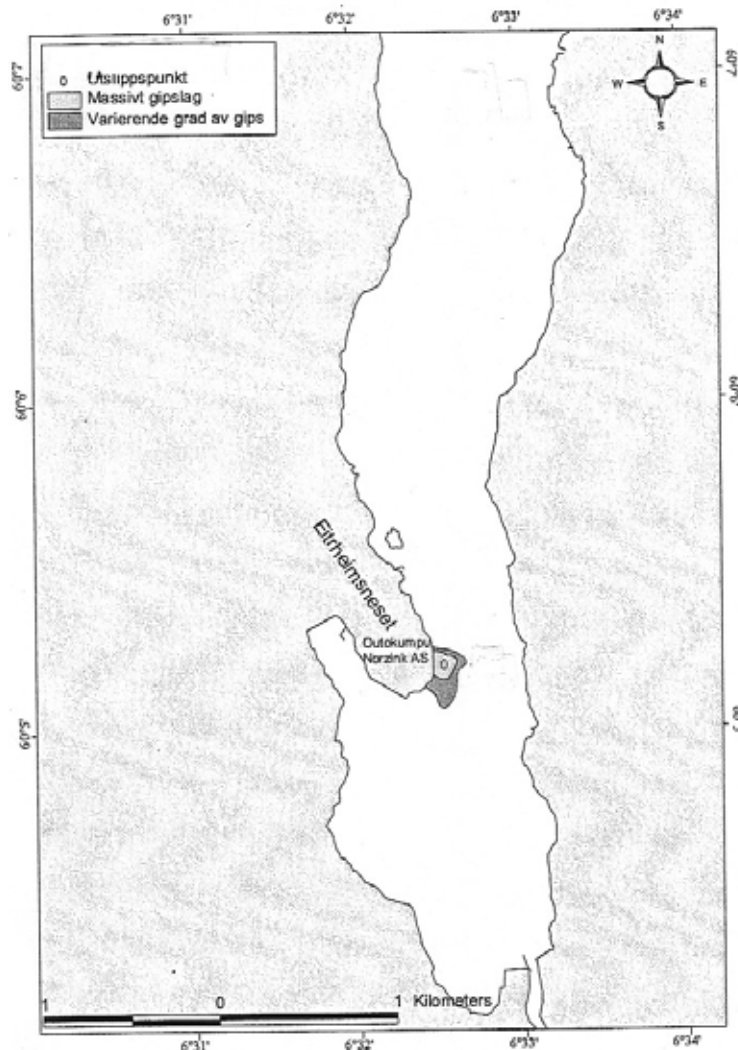
Det vil vera eit visst nivå av tungmetall også i dette utsleppet, men det er svært beskjedent på konsentrasjonsbasis (Tabell 4). NIVA gjennomførte i 2002 ei vurdering av miljøkonsekvensar av dette utsleppet på oppdrag frå Outokumpu Norzink (Berge, m.fl., 2002). Den viser bl.a. til at anhydritt vil delvis løysa seg opp i sjøvatnet (over tid heile 70-80%). Vidare har ein for metalla (bl.a. kvikksølv) funne at det ikkje er ei oppkonsentrering i det restmateriale som legg seg på botn og har ein funne tilsvarende verdiar i sediment som i fersk anhydritt.

Tabell 4. Typiske verdiar for problem-metall i anhydritt (mg/kg tv). Tilstandsklasse i høve til SFT si klassifisering av sediment frå 1997 er gjeve i parentes (Frå Berge m.fl., 2002.)

Prøve	Cu	Pb	Cd	Hg
Anhydritt	2,6 (n=1) (I)	11-23 (n=3) (I)	0,04-0,19 (n=3) (I)	0,02-0.05 (n=3) (I)

Det er såleis klart at dette utsleppet som grensar opp mot dei gamle jarosittutsleppa i nord truleg tildekkar og fortynnar dette utsleppet. Vidare vil det og møta forureina sediment i sør, enten frå utlekking frå Eitrheimsvågen eller frå Odda Smelteverk sine utslepp.

Det bør vurderast om nedslammingseffekt frå anhydritt kan brukast meir aktivt i tildekking av forureina sediment, og det bør difor gjerast ei grundig vurdering om dette utsleppet kunne spreia ytterlegare for å bruka den fortynningseffekten av materiale med lite metall over eit større område.



Figur 5. Kart over område som viser utslepp og utbreiing av anhydritt i 1990. Basert frå data frå Miljøplan og henta frå Berge m. fl. 2002.

3.2.5 Eitrheim, Nordaust (Inkl. Holmen)

Vurderingar av dette området bør i utgangspunktet gjelda eit større område frå nordkanten av gipsutsleppa og så nordover fjorden . Dette området er både belasta med jarosittutslepp over ein lang tidsperiode og vidare ein del forureina masse frå skråningane bl.a. ned mot den såkalla Kalvavika. Her var det også skraphandlerverksemd i lang tid med fare for at ulike metall og oljer kom på avvege. Det låg tidlegare ein holme i sjøområdet her som framstår på mange kart. Området innanfor er NO utfylt og holmen framstår som ein del av eit utfylt industriområde. Botnområda her er relativt grunne 20 – 50 meter inntil dei når ein bratt skråning som går frå Lindesnes og over mot sydsida av utløpet av Eitheimselva. Denne skråninga går ned til det store platået på om lag 105-110 meter som så er relativt flatt vidare utover.

I dette området ligg det truleg større mengder tungmetallhalding slam og i dette området bør det nok fastsetjast geografiske grenser for ulik foreiningsbelastning.

-

3.2.7 Lindesnes

Ved Lindesnes, mellom Odda og Tyssedal, på austsida av fjorden ligg ein nedlagt kommunal avfallsplass. Den er i dag i bruk som Miljøstasjon og i tillegg er det eit komposteringsanlegg (Bioplan Hardanger) i full drift der. Så vidt vi veit er det ikkje utført resipientundersøkingar i fjorden i tilknytning til denne avfallsplassen. I samband med undersøkingar for PCB (Ruus & Måge, 2002) vart det dog ikkje funne forhøga verdiar av PCB i blåskjel ved avfallsplassen.

3.2.6. Området Mulen – Eitrheimstunnellen; Dumping av Stein.

Dette området er svært interessant ut frå eit fjordøkologisk synspunkt ut frå at det er nærområdet til Outokumpu Norzink sine Fjellhallar. Det er for øvrig her relativt smalt over til industristaden Tyssedal. Her er det inne i fjellet eit stort deponi av forureina massar (jarositt) lagra i ein serie fjellhallar som kom i bruk frå 1986. Dette systemet er under god kontroll og vert kontinuerleg overvaka slik at det ikkje skulle vera påverknad til fjorden i nemneverdig grad.

Det som derimot kan påverka sedimenta er deponering av sprengstein for bygging av nye fjellhallar. Deponering skjer etter ein plan som skal førebyggja spreining av sediment. Tiltak som kan gje oppvirvling av tidlegare forureining er såleis under streng regulering og det er gjort fleire arbeid for å vurdere effektane av denne steindumpinga. Dette er konsekvensutgreidd bl.a. av Noteby (2000) og NIVA.

I samband med dette vart det blant anna i år 2000 rapportert også prøvetakingar av tungmetall langs tippområdet på utsida av Eitrheimstunnellen i ei lengde (Noteby, 2000) . Dette er svært interessante data som viste at det generelt i dette området også var forhøga sedimentverdiar der 6 av 9 var i klasse V på kvikksølv (medianverdi: 8,9 mg Hg/kg tørrstoff), 3 av 9 var i klasse V for bly (medianverdi: 842 mg Pb/kg tørrstoff), 2 av 9 var i klasse V for kadmium og i klasse II til IV for sink.

Eit element som vert påpeika i denne rapporten er også at den pågåande steindumpinga kan påverka straumingstilhøve i fjorden rett og slett ved at fjorden vert innsnevra i tippområdet. Dette er eit tilhøve som er utgreidd i samband med søknad om deponering til Fylkesmannen.

3.2.8. Tyssedal

Det har vore industriell aktivitet i Tyssedal sidan kraftutbygginga starta i 1906, men det var først drøyt 10 år seinare (i 1917) at det kom i gang industriproduksjon i form av aluminiumsverk der. Aluminiumsverket vart drive fram til 1982 og det vart like etter etablert ei ny industriverksemd, Tinfos Titan og Iron, på same Industriområdet syd for kraftstasjonen. Etter den siste Okslautbygginga er den gamle store kraftverksbygningen vorte ein del av Norsk Vassdargs og Industrimuseum (NVIM).

Industriområdet-Tyssedal

Dette området var fram til 1982 åstad for aluminiumsproduksjon. Vi har ikkje gode data på sedimentsamansetjing i nærområdet til aluminiumsfabrikken før produksjonen slutta, men ut frå data frå seinare rapportar og blåskjelldata frå 1981 (Miljøplan, 1981 og Miljøplan, 1990) har dumping av PAH-haldig materiale vore eit problem. To blåskjelprøvar frå Tyssedal dette året (1981) viste 253 og 49 mg PAH/kg tørrstoff. Med utgangpunkt i 15% våtvekt vil begge vera karakterisert i klasse V, Meget sterkt forurenset , som har grense for 5 mg PAH/kg våtvekt av PAH (SFT, 1997).

I samband med oppstarten til TTI vart det også gjort ein del målingar av PAH og metall i sediment før og etter oppstart av verket i 1986 og 1988 som vist i tabell 5.

Tabell 5. PAH og utvalde tungmetall (mg/kg ts) i sediment frå 5 stasjonar nær Tyssedal i 1986 og 1988 (Frå Miljøplan, 1990).

Komponent	Årstal	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
PAH	1986	115	156	21	124	47
	1988	3,1	16	11	134	29
Hg	1986	9	41	18	20	15
	1988	0,9	43	18	26	21
Cd	1986	15	30	17	28	17
	1988	<5	48	25	35	32
Pb	1986	2800	7300	3800	6800	3800
	1988	39	6700	3100	4700	2700
Ti	1986	4000	4400	6000	4000	4000
	1988	217000	52500	20500	145000	5600

Denne tabellen viser svært mykje av dei prosessane som skjedde akkurat rundt denne tida med oppstart av ny fabrikk. Ein fekk tydeleg ei god fortynning av PAH frå aluminiumsverket ved hjelp av nedslamming av nytt slam på dei tre næraste stasjonane, men effekten var ikkje så tydeleg lenger borte på stasjon 4 og 5. Ein fekk ikkje tydeleg nedgang på dei mest problematiske tungmetalla i denne tidsperioden noko som viser at det tok tid før ein kunne få ein effekt av at utsleppet av jarositt lenger inne vart avslutta i 1986. Derimot ser ein at titan, som vert tilført sedimenta frå denne tid på den næraste stasjonen vart det då funne i sediment i ein konsentrasjon på heile 22 %. Det vart då også observert eit opptil 25 cm tjukt lag med titanrikt materiale avsett på botnen. Påverknaden var merkbar 700 meter frå utsleppet.

Vi har ikkje funne nyare data på sedimentsituasjonen i nærområde til industrien i Tyssedal, men stasjonen Tyssedal er både med i JAMP-programmet og i Statleg Overvaking dei gongene det er teke sedimentprøvar i desse programma. Vidare så er det på større djup det same området som omtale under punktet om Muleneset over.

Sediment utanfor Tyssedal Kraftstasjon - PCB.

Det vart i løpet av 2002 gjort eit betydeleg gjennombrot i å finna årsaka til dei forhøga PCB konsentrasjonane ein har funne i Tyssedal. Bakgrunnen var at det i fleire år har vore registrert overkonsentrasjon av PCB i blåskjel, og hausten 2001 vart det registrert ein svært stor auke.

Tabell 6. Målte PCB7-verdiar i blåskjel ($\mu\text{g}/\text{kg}$ vv) før, under og etter rehabilitering av Tyssedal kraftstasjon. Data frå (Ruus & Green, 2003 + Ruus & Måge, 2002)

Stasjon/Tidspunkt	B1-Byrkjenes	B-2 Eitrheim	B-3 Tyssedal	B-4 Digranes	B-6 Kvalnes	B-7 Krossanes
Nov. 2000	2,1	2,1	45,3	1,4	0,9	0,7
Okt. 2001	10,4	34,7	1786	8,4	32,7	10,8
Des. 2001	8,8	8,1	1132	29,8	26,0	-
April 2002	6,4	-	(44,9) ¹	-	6,1	3,1
Nov 2002	2,6	3,2	91,8	4,0	3,4	1,4

1) Prøve teke nord for kraftstasjon.

I og med at det vart registrert ekstremt høge verdiar i blåskjel etter statleg overvaking hausten 2001 (Sjå Tabell 6) vart det ført gjort ei ekstra prøvetaking med mange stasjonar av blåskjel og ei "fingerprinting" av PCB for å klargjere. Det sistnemnde er rapportert i brevs form (Ruus & Måge, 2002) og dette er følgt opp med to rapportar, der det er gjort greie for hendingsforløp, utført dykking slik at botntilhøva vart kartlagd (fins som videoopptak) og teke nokre få sedimentprøvar like utanfor kraftstasjonen og (Måge, 2003 a, b). Av dei tre sedimentprøvane viste ein prøve sterkt forhøga PCB konsentrasjon (Tabell 7). Vurdering av dette tilhøvet pågår som framleis som ei sak og vidare tiltak/utgreiingar vil verta gjort uavhengig av dette programmet. I den siste overvakeringsrapporten frå statleg overvaking er det funne 4 av 25 torsk med ekstremverdiar av PCB i lever (Ruus & Green, 2003), noko som på ein ikkje avklara måte nok kan knytast til dette utsleppet.

Tabell 7. PCB-konsentrasjon (Seven Dutch) i tre sedimentprøver tatt utanfor Tyssedal kraftstasjon, juni 2003 (Måge, 2003b).

Prøvepunkt	Prøve nr 1	Prøve nr 2	Prøve nr 3
Prøvepunkt	Vind. 1. - 2 m djup	Vind. 3. - 4 m djup	Vindu 4. - 10 m djup
Tørrstoff (TS) %	82.1	83.4	63.2
Sum PCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ TS)	145	111	2671
SFT Klasse	IV	IV	V

4. SØRFJORDEN, BIOLOGI & KOSTHALDSRÅD

4.1 Kort om fauna i blautbotn, biodiversitet og kommersiell fangst.

Dette punktet vert kun kursorisk omtala. Fauna samansetjing i blautbotn er brukt som mål på økologisk tilstand og forureiningspåverknad. I oppsummeringsrapporten frå 17 års miljøovervaking (Skei m. fl., 1998) er det vist til at tilstanden med omsyn på biodiversitet i blautbotnssamfunn har betra seg i fjorden spesielt innerst etter kvart som metallkonsentrasjonen har vorte lægre. Det er dog vanskeleg å trekkja heilt klare konklusjonar her ut frå at samanlikningar lenger ute i Hardangerfjorden, kan verta usikre ut frå at det også der på store djup kan vera lågt oksygeninnhald som "forstyrrar" korrelasjonsstudiar i høve til metallinnhald.

Når det gjeld kommersielt fiske i Sørfjorden er det svært avgrensa. I periodar har det vore 1 fiskar som har fiska ein del kommersielt i Sørfjorden. Det er dog slik at det årleg og i varierende grad kan vera eit godt brislingsfiske i fjorden. Dette skjer i ein kort sesong, normalt på tidleg haust då det kjem eit større innsig av brisling. Det er i samband med dette ei rad låssetjingsplasser for brislingsteng langs fjorden.

Det er ikkje kommersiell fiskeoppdrett i fjorden, men det er eit anlegg for produksjon av fjellaure i Tyssedal. Det har i periodar også vore landbasert oppdrett av ål.

Det har vore eit godt laksefiske i Opo i mange år mens det dei seinare åra har vore fiska sjøaure.

Det er ut frå dette i dag først og fremst fritidsfiske som er av verdi for folkesetnad rundt fjorden og for tilreisande turistar. Det er mange som driv fritidsfiske rundt fjorden til matauk og for rekreasjon og det er ut frå dette at ein har hatt som klar målsetjing av fjorden skal vera

av ein miljøkvalitet som gjer at det ikkje skulle vera nødvendig med kosthaldsråd. Slik er ikkje stoda i dag og vinklinga på vidare arbeid med miljøtiltak må ha oppheving av kosthaldsråd som eit klart mål.

4.2 Dagens kosthaldsråd:

Gjeldande kosthaldsråd vart revidert så seint som i 2003 og fylgjande gjeld (SNT, 2003):

- 1) Gravide og ammande bør ikkje ete fisk og skaldyr fanga i Sørfjorden innanfor ei linje mellom Grimo og Krossanes.
- 2) Konsum av skjell og djupvannsfisk, som lange og brosme, fanget i Sørfjorden innanfor ei linje mellom Grimo og Krossanes, vert frårådd.
- 3) Konsum meir enn éin gang i uka av torsk og konsum av lever frå fisk fanget i indre Sørfjorden innanfor Måge vert frårådd.

4.3 Metall i Blåskjel

Blåskjel (*Mytilus edulis*) har sidan midten på 70-talet vorte mykje nytta som ein miljøindikator. Det er det gode grunnar til i og med at den filtrerer ut mat frå vatn og på den måten "integrerer" innhaldet av miljøgifter over tid i høve til vann-analysar som er meir augeblikksbilete.

Av dei problematiske tungmetalla akkumulerer blåskjel spesielt mykje kadmium og bly. Kopar vert i mindre grad akkumulert og sink vert akkumulert, men er ikkje eit næringsmiddel toksikologisk problem. Kvikksølv kan vera eit problem heilt innerst i fjordsystemet men er det normalt ikkje unnateke ved punktutslepp.

Målet for miljøoppryddinga i Sørfjorden har vore at ein skulle kunne eta blåskjel og det har vore stor framgang. I ein langtidsserie frå fire stasjonar i Hardangefjorden er det vist at begge dei to mest problematiske elementa bly og kadmium nærmar seg denne grensa for stasjonen på Måge, ca. 15 km frå Odda (Tab. 8 & 9).

Tabell 8. Kadmiumkonsentrasjon i blåskjel (mg Cd/kg frisk vekt) frå Hardangerfjorden i eit lengre tidsperspektiv (Frå Julshamn *et al.*, 2002)

Stasjon	1983	1992	1998
Måge (Sørfjorden-Vest)	18 ± 1	2.4 ± 0.6	1.0 ± 0.1
Utne	12 ± 1	1.4 ± 0.4	0.57 ± 0.05
Norheimsund	8.1 ± 0.4	1.0 ± 0.1	0.48 ± 0.04
Varaldsøy	4.7 ± 0.5	0.45 ± 0.05	0.37 ± 0.03

Tabell 9. Blykonsentrasjon (mg Pb/kg frisk vekt) i blåskjel frå Hardangerfjorden over ein 15-årsperiode frå tida før dei største miljøtiltaka vart sett i verk i Odda (Frå Julshamn *et al.*, 2002)

Stasjon	1983	1992	1998
Måge	120 ± 10	6 ± 2	1.5 ± 0.1
Utne	65 ± 8	2.2 ± 0.1	1.3 ± 0.2
Norheimsund	40 ± 5	0.9 ± 0.1	0.52 ± 0.06
Varaldsøy	10 ± 1	1.2 ± 0.2	0.7 ± 0.2

Sjølvs om desse resultatane var positive for den eine stasjonen i Sørfjorden er nok ikkje den representativ for alle stasjonane (sjå neste tabell 10).

I programmet for statleg overvaking er det fleire stasjonar blåskjelstasjonar. Her vert data rapportert på tørrvektbasis, som er det vanlege i miljøovervaking, mens det innan mat og ernærings ofte vert rapportert på våtvektsbasis.

Erfaringsmessig ligg tørrstoffprosent i blåskjel rundt 15% og med det som utgangspunkt kan vi sjå på korleis stasjonane som inngår i statleg overvaksingsprogram ligg i høve til målet om ”å plukka blåskjel i Hardanger”. Relevant samanlikning er då EU-Grensa for kadmium i blåskjel, spiseleg vare på 1,0 mg / kg v.v. (0,5 fram til 2002) og tilsvarande for bly på 1,5 mg/kg v.v. (2,0 fram til 2002).

Tabell. 10. Kadmium og bly i blåskjel (mg/kg) omrekna til våtvektsbasis. Data henta frå statleg overvaksingsprogram (Ruus & Green, 2003; Knutzen & Green, 2001; Knutzen m. fl., 1994)

	Kadmium	Bly	Kadmium	Bly	Kadmium	Bly
	2002		2000		1992	
Byrkjenes	1,9	10,7	3,8	11,9	3,5	23,3
Eitrheim	0,57	2,7	1,6	6,2	3,9	27,6
Tyssedal	1,5	0,93	3,1	15,1	9,9	38,9
Digranes	1,5	5,2	1,7	3,3	5,4	26,4
Kvalnes	1,5	6,8	3,1	6,7	6,6	22,1
Krossanes	0,71	0,44	1,3	1,5	4,2	11,0

Det vi no ser er at mens kadmium var det store problemet for skaldyr heilt ut mot Stord tidleg på 80-talet (Julshamm m. fl, 1985) er det bly som truleg vil stå att som det største problemet for å oppnå spiseleg kvalitet på blåskjel i Sørfjorden. Mens kadmiumverdien i den siste målinga var innanfor 2 gonger over grensa på alle 6 stasjonane er den sju gonger over grensa for bly på Byrkjenes. Den er også uforklarleg høg på Digranes og hadde der auka mykje sidan år 2000.

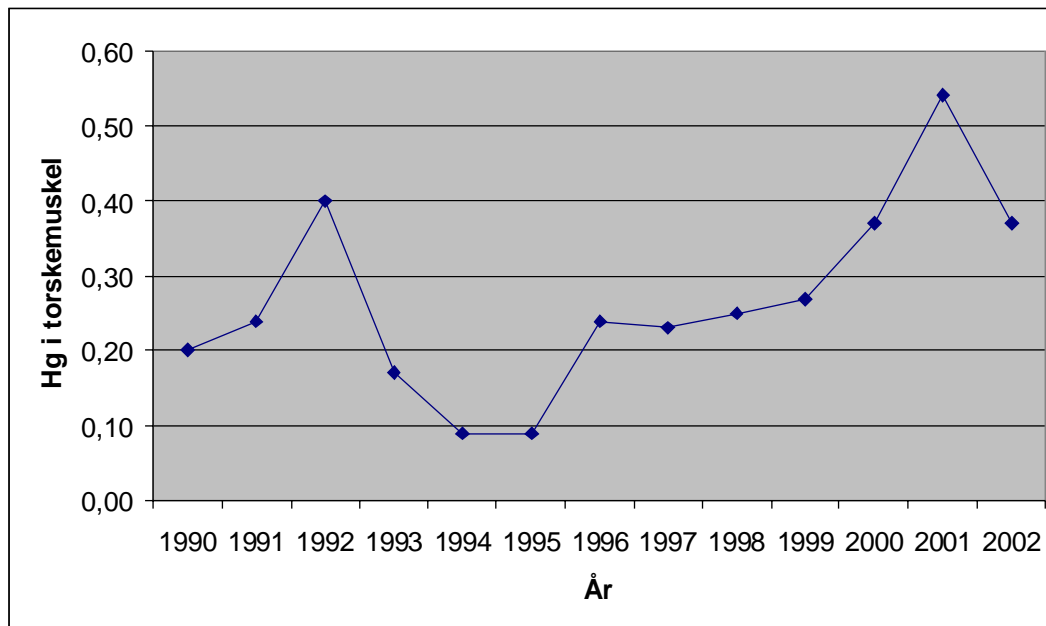
Det er såleis klart at fokus også må vera på bly i dei tiltak ein eventuelt planlegg i høve til sediment.

4.4 Fisk og fiskemuskel (fillèt) - Vekt på torsk

Sjølvs om det har knytta seg klare mål til metallnivå i blåskjel i arbeidet med å betra miljøtilstanden i Sørfjorden er nok det punkt som bekymrar den generelle befolkning rundt fjorden mest kosthaldsrådet på fiskemuskel og då særleg torsk. Torsk får ein relativt mykje av i Sørfjorden saman med bl.a. sei, lyr og hyse. Kosthaldsrådet på fisk vart oppheva tidleg på 90-talet, men vart innført att i samband med uhellsutslepp av kvikksølv våren 2001.

Torsk frå Tyssedal har inngått i Statleg Overvaksingsprogram i lang tid slik at det er eit godt datagrunnlag der å sjå attende på. Det er ikkje enkelt å setje nokon faste grenser for på kva nivå ein ynskjer å oppheva eventuelt kosthaldsråd når det gjeld konsentrasjon av kvikksølv i fiskemuskel. Fagområdet er komplisert ved at det spesielt er den organiske forma metylkvikksølv som vert absorbert i tarm hos mennesket og som også er giftig. Grensa for inntak på denne (PTWI-verdi) vart senka internasjonalt i sommar frå 3,3 til 1,6 mikrogram per kg kroppsvekt (JECFA, 2003) med bakgrunn i ekstra forsiktighet overfor gravide og ammande.

Å overføre inntaksdata til grenser i spesifikke matvarer er ein krevjande prosess, men den aksepterte internasjonale grensa for totalt kvikksølv i fiskemuskel har vore 0,5 mg/kg våtvekt. For torsk fanga innerst i Sørfjorden (Tyssedal) har gjennomsnittsverdien for 25 fiske vore over denne grensa kun i år 2001 som vist i Figur 6.



Figur 6. Kvikksølv i torskemuskel frå Tyssedal (mg/kg våtvekt). Frå Ruus & Green, 2003.

Når det gjeld kosthaldsråd retta mot djupvannsfisk som til dels også vert store og gamle vil det nok vera eit langt lerret å bleike. Blant anna i store brosmer (om lag 5 kg, n=4) fann ein i år 2000 ein snittverdi på 3,5 mg Hg/kg våt vekt, altså 3,5 gonger over den høgste grensa for Hg i fiskemuskel. Dette er svært mykje.

4.5 Organiske Miljøgifter; Fiskelever og skaldyr

I tillegg til tungmetall er det organiske miljøgifter som det generelt er knytt mest uro til når det gjeld miljøgifter i sjømat. Det gjeld særleg dei klorerte; dioksin, PCB, og ulike plantevernsmidlar som DDT. Det er også problem knytt til ikkje-halogenerte organiske miljøgifter, slik som PAH og dei ”nye” bromerte flammehemmarane.

I Sørfjorden har det vore spesiell merksemd knytt til DDT og PCB. Høge PCB verdiar inngår i beslutningsgrunnlaget for kosthaldsråd. Det er her ikkje klare grenser i og med at det ikkje er PTWI eller ADI verdiar for PCB, men kunn for dioksin og dioksinliknande PCB.

I Sverige, derimot, brukar ein ofte berre ein PCB-kongener som grense og har også faktisk sett grensa opp etter den (PCB-153; grense i mat 100 µg/kg våtvekt). Denne PCB-kongeneren er ut frå Ruus & Green rundt 30-50% av PCB i torskelever og dersom ein skulle fylgja den svenske grensa burde ein då ikkje ha meir enn 200 µg PCB/kg våtvekt i torskelever. Siste års måling av PCB i torskelever frå Sørfjorden (Ruus & Green, 2003) viser at for torsk frå

Tyssedal er dei fleste måleverdiane langt over dette og det var ekstremverdiar på 427 000 µg PCB/kg våtvekt og det vil truleg ta tid lang tid for å få verdiar på PCB i torskelever som kan rettferdiggjere oppheving av kosthaldsråd.

Når det gjeld DDT så er det ei ADI (Akseptablet Dagleg Inntak) på 0,02 mg/kg kroppsvekt. Dette skulle tilsvare eit dagleg inntak på 1400 µg for ein 70 kilos person. Det er klart av verken blåskjel eller torskelever er i nærleiken til å kunna gje denne type inntaksmengder. Til dømes vil den høgste verdi i blåskjel som er målt på Kvalnes dei siste 12 år på 53 µg/kg våtvekt i år 2000 berre gje 1 % av ADI verdi dersom ein åt 200 gram blåskjel. Verdiane for DDT i torskelever er noko høgare, men framleis langt under det som kan gje kosthaldsråd. I Sverige fanst det også ei tidlegare grense på 5000 µg/kg våtvekt DDT i mat.

For djupvannsfisk (brosme og lange), derimot, fann ein ved orienterande undersøkingar i år 2000 svært høge verdiar også for DDT og då verdiar som truleg ville gje over ADI-verdi ved inntak av slik lever (Knutzen & Green, 2001).

I høve til kosthaldsråd for sjømat er såleis dei målte DDT-verdiane eit problem, men eit mindre problem enn t.d. kvikksølv og PCB som er problematiske for vanleg etne artar. Det kan vera andre viktige grunnar til at dette likevel bør prioriterast høgt.

Det kunne her vore verdt å nemna at både Odda Smelteverk og det for lengst nedlagte aluminiumsverket i Tyssedal hadde betydelege utslepp av PAH og det kunne av den grunn vore av interesse å få kontrollert også PAH i ein t.d. blåskjel eller torskelever.

5. UTSLEPP FRÅ DAGENS AKTIVITETAR

Odda er framleis eit levande industrisamfunn med to store industribedrifter i full aktivitet, sjølv etter at den tredje gjekk konkurs i februar i år. Det er vidare mykje småindustri, turisme med fleire hotell, og framleis eit aktivt jordbruk rundt heile Sørfjorden. Det er vidare ein folkesetnad på om lag 10 000 menneske rundt Sørfjorden i kommunane Odda og Ullensvang.

5.1 Industri

På tross av store miljøinvesteringar over lang tid og svært store reduksjonar i utslepp, er det slik at industriell aktivitet som regel vil føra til miljøpåverknad. Dette vert rapportert slik at det i SFT sin database vil finnast tal på utslepp t.d. til vatn. Tabell 11 under viser utslepp til vatn for år 2002

Tabell 11. Utslepp til vatn frå industrien i Odda i år 2002 av utvalte tungmetall, PAH og nitrogen. Frå Ruus & Green, 2003.

Bedrift	Cu (kg/år)	Pb (kg/år)	Zn (kg/år)	Cd (kg/år)	Hg (kg/år)	PAH (kg/år)	Nitrogen Tonn/år
O.S.	139 (226)	95 (174)	273 (614)	5 (11)	0,5 (0,2)	1041 (1700)	442 (943)
ONZ	47 (63)	4022 (4777)	11370 (17557)	100 (1300)	1,6 (3,4)		
TTI	11 (11)	27 (169)	6034 (9318)	3 (0,09)	0,7 (0,6)	193 (209)	
Totalt	197 (300)	4144 (5120)	17677 (27489)	108 (311)	2,8 (4,2)	1234 (1909)	406 (943)

Luft:

Det er vidare slik at utslepp til luft i slutt og rest kan koma til sjø slik at det kan vera relevant å nemna fylgjande registrerte utslepp til luft.

Outokumpu Norzink:

- Zink (15,7 tonn)
- Kadmium (54 kg)
- Vatnløysleg fluor (39 kg)
- Karbondioksid (14100 kg)
- Nitrogenoksid: (13,3 tonn)
- Svoveldioksid (39,6 tonn)
- Støv (3.3 tonn)

TTI:

- Støv (82,2 tonn)
- Sink (Zn) (3,587 tonn)
- Bly (Pb) (133,5 kg)
- Kadmium (Cd) (0.4 kg)
- Krom (Cr) (37,4 kg)

Odda Smelteverk (2001):

- Støv (kalk/koks/kalsiumkarbid/kalsiumcyanamid) (110 tonn)
- Svoveldioksid (SO₂) (4,7 tonn)
- Karbondioksid (115 000 tonn)
- CH₄ (0,304 tonn)
- VOC (0,75 tonn)
- As (0,717 tonn)
- Cd (29,4 kg)
- Cu (6,12 kg)
- Hg (0,095 hg)
- Pb (54,2 kg)

På dette punktet har Oddaindustrien saman med kommunen teke initiativ til eit pionerprosjekt for å overvaka effekt på omgjevnader av luftutslepp. Det vil etter at rapport frå dette arbeidet

vera mogleg å vurdere om dette er tilhøve som er relevante også i høve til sedimentsituasjonen.

Når det gjeld løpande utslepp frå industri så er ein no i den situasjon at dette vert følgt nøye opp både av SFT og av sertifiseringsorgan i og med at begge dei to attverande er sertifisert etter miljøstandarden ISO 14001.

5.2 Skipstrafikk.

I samband med at ein har hatt ein allsidig industriell produksjon har store kvanta vorte transportert gjennom Sørfjorden i nær 100 år. Referert til tonnasje har Odda vore om lag den tiande største hamna i Noreg. I tillegg kjem lokal trafikk, her blant anna ferjetrafikk. Mest vanleg vindretning er frå sør, som fører ureiningane ut fjorden, men tilhøva kan påverkast ved nordleg vindretning og under fløing.

Krav, rutinar og fordeling av ansvar mellom bedrift, transportagent og skip har gjennom åra òg endra seg mykje. Samstundes er problemstilling og ansvarsfordeling kompleks, dels årsaka av at det er internasjonale regelverk som trer i kraft.

Ein må generelt rekne med at skipstrafikken totalt sett, i alle tilfelle historisk sett har vore ei kjelde til ulike forureiningar. Ein kan trekkje fram faktorar som;

- Fare for dumping av ulike komponentar (mest reelt i tidlegare tider)
- Uhellutslepp ved lasting og lossing (rester av last, lensevann, olje, diesel)
- Rutinar for lasting og lossing
- Definisjon av ansvar og ansvarsfordeling
- Plikt til rapportering av Søl i gjestehamn
- Omlasting og rutinar kring reingjering mellom desse
- Fare for å oppvirvling ved propellerrosjon kan medføre forflytning av miljøgifter

Det er gjort arbeid frå Outokumpu Norzink si side som viser at effekten av oppvirvling var liten ved kaianløp til Norzink med omsyn på tungmetall og turbiditet. I høve til dei andre punkta er dette i hovudsak eit område der vi har lite kunnskap.

5.3. Avløp - Kloakkutslepp

Vi har ikkje funne nokon vurderingar av påverknad frå kloakk i høve til sedimentkvalitet i Sørfjorden. Det meste av kloakksystemet i Odda er sanert og ført til utsleppspunkt ved Holmen. Dette arbeidet er ikkje slutført og status i dag er at 65 % av avlaupsvatnet er ført til dette utsleppet (Garmann & Co, 1999). Alt kommunalt utslepp frå Odda sentrum går ureinsa til utslepp. Kloakk frå Skareområdet vert reinsa før utslepp til Opo/Storeleva som munnar ut i Odda.

Det pågår i dag ein debatt omkring reinsing og utslepp av kloakk. Det kan og forventast at det kan koma auka fokus på dette om det ikkje skjer ein vesentleg betring av oksygensituasjonen i hamnebassenget etter opphøyr av Odda Smelteverk sine utslepp.

Vidare kan det i eit industrielt område som Odda vera kjelder til miljøgifter som hamnar gjennom avløpssystemet. Dette er verdt å undersøkje i framtida.

6. LANDDEPONI

I eit såpass stort område som arealet rundt Sørfjorden er det klart at det er ei rad ulike deponi som kan vera potensielle forureiningskjelder. Nokre av deponia er i aktiv bruk. Det er relevant å gå inn på desse deponia i den grad dei kan ha konsekvensar for fjordsituasjonen.

6.1 Hjøllotippen 1 (Ragde)

Ragdetippen var i bruk frå produksjonen ved Odda Smelteverk AS starta i 1908, fram til 1948-49. Denne tippen ligg like nord for tippen som vart nytta etter 1948. Det var ingen krav til kartlegging i perioden då denne tippen var i bruk. Det føreligg heller ingen resultat frå seinare undersøkingar. I perioden deponiet var i bruk, var det berre kalsiumcyanamid av kalsiumkarbid derivata som vart produsert.

Seinare har området vore i bruk som bensinstasjon. Slik vert forureiningar ein kombinasjon dei to bruksmåta. Eit viktig spørsmål som må avklarast er om Ragdetippen i høve til ”Forskrift om deponering av avfall” og i lova om forureining, § 20 kan klassifiserast som lukka utan at det vert utført vidare undersøkingar. Ragde tippen står på B-liste i SFT’s kartlegging av grunnforureiningar. Dette betyr at saksgang skal avklarast innan 2005. Vedlegg 6.1 Ragde tippen, gir ein grov oversikt over tilført materiale til området. Det er tidlegare gjort ei kvalifisert vurdering av kva mengder ein finn av dei ulike materiala. Då det i denne perioden ikkje var krav til registrering, byggjer alle tallene på ei kvalifisert vurdering. Dei potensielt aktive komponentane skulle vere tatt med i oversikten.

6.2 Hjøllo tippen

Faststoff deponiet på Hjøllotippen ligg på austsida av elva og vart nytta etter 1948. Området der Hjøllo tippen ligg i dag, var tidlegare del av ein gard som blei kjøpt opp av Odda Smelteverk AS. Hjøllo tippen har fungert som deponi for Odda Smelteverk AS frå 1948-49 fram til produksjonen stansa i 2003. Området har eit totalt omfang på 40 000 m², og har ei høgd på i overkant av 26 m på høgaste punkt. Hjøllo tippen ligg på et område som er tilnærma trekanta. Det eine hjørnet peikar nordover, mens dei to andre hjørna peikar mot nordvest og sør-øst. Tippen vert avgrensa av ei fjellside i aust og av elva Opo i vest. I sør er det busetjing. Sjølve tippen er avlang og ligg i Nord - Sør retning. Bortsett frå området som er i ferd med å bli fylt ut, er tippen stort sett dekkja av gras. Ned mot elva er det planta ein del tre. Eit nettinggjerde avgrensar tippens område, på ein slik måte at dei to eldste laga kjem utanfor inngjerdinga. På det eldste laget er det også bygd eit brakkehus i den sørlege delen av tippen. På den eine sida av deponiet som grenser mot elva finn ein òg ein fisketeig med ei lita fiskehytte (1 m²), sett opp av det lokale fiskarlaget.

Hjøllo tippen har fungert i meir enn 50 år, men det er berre de siste 15 årene med drift (systematisk registrering starta i 1988-89) at avfallsmengde er blitt registrert. Dette medfører at det er vanskelig å gi et nøyaktig bilde av det totale innhald. Frå og med dette tidspunkt er komponentane Koksstøv, finkalk, kalksteinssubb, filterstøv, FeSi, og avfall fra Dicy/kai registrert meir nøyaktig registrert. Det er utført ein kvalifisert vurdering av ulike komponentar og mengder for årene 1924-1989, som her er kopla saman med meir sikre data frå dei siste 15 årene. Vedlegg 6.2 viser ein oversikt over komponentane som er sendt til Hjøllotippen i tida den har vore i drift. Mengder for kvart av komponentane er kalkulert og

lagt til rette for i ein eigen database, som må kvalitetssikrast før eventuell publisering vert aktuell.

6.3 Industriområdet til Odda Smelteverk

Basert på hovud råmateriala kalkstein og kol vart det ved Odda Smelteverk framstilt kalsiumkarbid og kalsiumkarbid derivata kalsiumcyanamid, dicyandiamid og hydrogencyanamid. Produksjonen opphøyrt i november 2003. Arbeid med å klargjere bedrifta område til framtidig bruk føregår for tida. Det er snakk om eit areal på 160 000 m². Her har Hardanger miljøsektor ASES fått i oppdrag frå Odda Kommune å utarbeide ein total problemoversikt over området. Generell framgangsmåte for dette arbeidet er synt i vedlagd skisse, Vedlegg 6.3. Basert på statusbiletet med omsut til råvarer, halvfabrikata, produkt og avfall er det grunn til å definere eit par punkt som potensielle aktive kjelder til utslepp. Dette arbeidet pågår og førebels er tidlegare utsleppsløyve framleis intakt.

6.4 Deponi DNN/TTL

Deponiet som vert brukt av Tinfos Titan & Iron i dag ligg oppå tidlegare deponi frå DNN Aluminium i sydenden av industriområdet i Tyssedal. Ut frå komponentar omtala av miljøvern komiteen i Odda (1974) kan deponiet truleg ha eit innhald beståande av komponentane;

- Karbon føring frå botn av Aluminium elektrolyseceller
- SiO₂
- Al₂O₃, chamotte, mørtel
- Eldfast stein
- Karbon (sot)
- Fluorider (CaF₂, AlF₃, HF)
- Diverse anna produksjonsavfall

Ein del faststoff avfall har òg gått til avfallstipp i sjø rett utanfor kai.

Internt lagra avfallsmaterial frå Tinfos Titan & Iron er plassert oppå det gamle deponiet til DNN Aluminium. Typisk produksjonsavfall frå bedrifta i dag består i følgje miljørapport av;

- Elektrofilter støv
- Blanda produksjonsavfall
- Eldfast materiale
- Avrakingsslagg

Denne tippet er konsesjonsbelagt og i utsleppsløyve blir bedrifta bedt om å legge til rette forholda for kvalitetssikring, ettersyn og kontroll av godkjent lagring av slag.

6.5 Outokumpu Norzink Fjellhallar

Fyrste fjellhallen for lagring av Jarositt vart bygd på Eitrheim i 1986. Fjellhallane strekkjer seg som lange flasker innover i fjellet, er over 200 m lange og 70 -140 000 m³ i volum.

Typisk vert det bygd ein ny fjellhall pr, 14 månad for å halda tritt med produksjonen.

Jarositt er eit tungmetallhaldig slam/restprodukt frå sinkproduksjonen. Utsleppet av tungmetall frå denne kjelda var, forut for ilandføringa, på over 10 tonn/døgn. I dag er dette utsleppet redusert med 99 %.

I dag er det i alt 14 fjellhallar, og det er iverksett eit stort overvakingssystem for at ein skal vera sikre på at det ikkje skal skje lekkasjar. Dette er fagleg geoteknisk tilrettelagt av Noteby AS i Bergen. Det er også etablert i alt 54 brønner i bruk for overvaking.

Brønnane er blitt laga etter at fjellhallane er sprengt ut, på ein slik måte at dei treff sprekker med stor vassføring. Hola har ulik vinkel (15-90⁰) og djupna varierar mellom 30-200 m. Seks av brønnane ligg utanfor hallane, mens dei andre ligg ved starten av opninga av dei respektive hallane.

Fjellhall systemet vert overvaka med omsyn på utsig av tungmetall ved hjelp av borehol sett i sprekksoner i fjellmassivet som omsluttar fjellhallane. I tillegg vert transportsystem til og frå hallane overvaka etter definerte rutinar, og det vert teke prøvar av overlaupsvatn på månads basis. Årleg vert utsig av tungmetall berekna, basert på tungmetall analysar i borehola. Prøvefrekvens vert justert i høve til råd frå konsulent. Fjellhallssystemet er konsesjonsbelagt. Etablering av fjellhallane var ei svært viktig forutsetning for at ei skulle starta arbeidet med å redusera utslappa av tungmetall til Sørfjorden.

6.6 Deponi på Lindenes.

Fram til 1982 dreiv Odda Kommune eit forbrenningsanlegg for avfall på Lindenes. Her vart det årleg brent om lag 2 000 tonn avfall. Avfallet som vart forbrent kom frå hushaldning, institusjonar og variert småindustri.

Basert på ei rundspøring hos dei 4 skraphandlarane i Odda, utført av Miljøvern komiteen i Odda i 1973, kom det fram at det typisk vart brent om lag 300 tonn kablar, samt at det vart handsama om lag 100 bilvrak.

Lindenes er i dag ein kommunal miljøstasjon. På lista over avfall som mottas i dag finn ein følgjande:

- Metall
- Reint trevirke
- Impregnert trevirke
- Hageavfall
- Tekstilar
- Papp/papir
- Mjukplast
- EE (elektrisk) avfall
- Farleg avfall (tidlegare kalla spesialavfall)
- Bilbatteri
- Kuldemøblar
- Glas
- Asbest/Eternit
- Restavfall

Tidlegare allsidig bruk gjev grunn til at dette deponiet bør undersøkjast nøyare. Dette vil truleg skje i henhold til ny deponiforskrift. Spesielt bør ein kartleggja jordsmonn og resipienttilhøve.

6.7 Plantevernsmidlar frå landbruk – DDT.

Gjennom Statleg overvakingssystem har ein i lang tid vore klar over at det er forhøga verdiar av DDT i Sørfjorden. Spesiell merksemd har vore knytt til forhøga verdiar i blåskjel frå Kvalnes men som vi ser av Tabell 12 er det forhøga verdiar fleire stader i heile

fjordsystemet. Frå data i Tabell 12 ser ein også at det er stor overkonsentrasjon av DDT også på dei store djup i sediment med ein verdi på rundt 15 µg/kg tørrvekt, Klasse IV, i henhold til SFT-klassifisering. Dette tyder på at det er generelle problem og berre ”hot-spots”. I program for statleg overvaking er det i den førre rapporten (Ruus, 2002) uttrykt at funna tyder på at det fins mange mindre kjelder til DDT langs Sørfjorden og Hardangerfjorden.

Det er likevel klart at det er punktkjelder på Kvalnes og det vart funne verdiar heilt opp 13,5 mg/kg i strandsone og 7,9 mg/kg i gardstippar (NGI, 1998) og det er henvist til at ein førebels har sett ei grense på 1 mg DDT/kg jord for å karakterisera område meg høg risiko for miljøpåverknad. Det faktum at ein stadig finn DDT og ikkje gradvis meir nedbrytingsprodukt gjer det og sannsynleg at det er kjelder å leite etter.

Tabell 12. Sum av DDT i blåskjel i Sørfjorden (µg/kg våtvekt). Data frå Knutzen m. fl., 1994; Ruus, 2002; Ruus & Green, 2003.

	Sum DDT	% DDT av Σ DDT	Sum DDT	% DDT av Σ DDT	Sum DDT	% DDT av Σ DDT
	2002		2001		1992	
Byrkjenes	4,6	33 %	5,5	33 %	4,9	< 5%
Eitrheim	5,3	40 %	4,5	i.a.	4,9	< 5%
Tyssedal	3,1	i.a.	4,4	34 %	2,8	14 %
Digranes	5,3	13 %	8,5	12 %	10,0	< 2%
Kvalnes	26,7	19 %	40,8	37 %	17,7	3 %
Krossanes	10,7	25 %	18,4	52 %	10,7	< 2%

7. KONKLUSJONAR PÅ SEDIMENTTILSTANDEN

7.1 Det store området frå Tyssedal og utover.

I dette området ser ein at det er mykje tungmetall innerst i bassenget ved Tyssedal, spesielt av kvikksølv og bly som kan vera i Klasse V i høve til SFT si klassifisering. Konsentrasjonen vil gå gradvis ned utover til fjorden sitt utløp slik at det ved Krossanes truleg er sediment i klasse III for desse tungmetalla. Midt i dette er det forhøgja verdiar av PAH lengst inne og av DDT (Klasse IV) på midten ved Kvalnes.

Sedimenteringsraten er nok relativt låg uten at det er gjort nyare målingar som kan stadfesta det og den er truleg rundt 2 millimeter/år innerst og søkk mot 1 millimeter/år lenger ute. Vi veit heller ikkje no kva type sediment (innhald av tungmetall) som sedimenterer sjølv om det er grunn til å tru at det er langt reinare enn tidlegare. Dette kunne ein med fordel ha studert igjen. Eit viktig spørsmål er om direkte utlekking og bioturbasjonseffekt frå levande organismar vil føra til at utlekking av tungmetall i desse større områda er slik at ein ikkje kan nå måla om kosthaldsråd.

7.2 Område med høge forureiningskonsentrasjonar.

I området innanfor Lindenes er det generelt eit brokete bilete av sedimentsituasjon. Innerst i hamnebassenget er det tre deponi med nitrogenhaldige stoff frå Odda Smelteverk som framleis kan gje oksygenvinn og som har eit volum som gjer dei godt synlege på det nye botnkartet. Dei har også til dels høgt innhald av PAH. Utover på vestsida kjem ein inn i eit

område som vil vera påverka av tungmetallhaldig slam frå Eitrheimsvågen og spill av råstoff. Lenger aust vil ein koma bort i utsleppet av anhydritt som ikkje er sett på som eit miljøproblem. Nord for dette vil sedimenta frå utsleppa av slammet frå sinkverket sitt hovudutslepp frå 50 åra og fram til 1986 og som vil vera svært tungmetallureina. Nedanfor/nordafør brotet vil ein ha desse sedimenta framleis, men ein vil og nærma seg sediment frå industriverksemda i Tyssedal. Der vil ein ha PAH haldige restar under eit titanhaldig og mindre tungmetallureina lag. Utanfor Kraftstasjonen vil det også vera noko sediment som har forhøga PCB.

7.3 Sediment og deponi på land

Under dette punktet har vi akkurat no mest vore opptekne av Odda Smelteverk i og med at dette området er i eit forvaltningsmessig vakum.

Under dette punktet kjem også heilt nødvendig oppfølging for å prøva å stoppa eller minimalisera avrenning av DDT frå spreidde kjelder til fjorden.

7.4 Sediment og aktive kjelder

Dei fleste av dei potensielt aktive kjeldene er i dag godt følgde opp gjennom ulike miljøovervakingsprogram for t.d. dei store verksemdene. Her kan det vera ting som vi ikkje veit t.d. i høve til båttrafikk, landbruk eller mindre synlege kjelder. Også avløp vil koma inn her.

8. FORSLAG TIL FASE II

I denne rapporten har vi prøvd å få fram status og mulige vidare påverknader i høve til fjorden sin sedimenttilstand. Det overordna målet som heile tida er å koma til ein tilstand der kosthaldsråd kan opphevast. Men det vil truleg enno ta tid å koma dit.

Det er i arbeidet med fase I oppretta ei gruppe bestående av
Håkon Kryvi, Fylkesmannens miljøvernavdeling,
Rolf Bøen, Miljøansvarleg Odda kommune,
Emil Jøsendal, Senior Miljøkonsulent, Outokumpu Norzink
Amund Måge, Senior konsulent, Alex Stewart Environmental Services AS

I det vidare arbeidet kan det vera nytting å styrkja gruppa med ein representant frå landbruket og ein frå TTI for å styrka det lokale engasjementet ytterlegare. NIVA vil framleis kunne brukast som kvalitetssikrar.

Konkret er fylgjande punkt trekt fram som viktige for arbeidet i fase II:

I

1. OVERVAKING

Vi vurderer det som svært viktig at den miljøovervaking som har pågått i 20 år held fram. Den har gjort det mogleg å følgja langtidstutviklinga i fjorden med omsyn på både tungmetall i vatn, sediment og i biota. Vidare har vi kunna fylgja utviklinga av organiske miljøgifter og oksygen/nitrogen situasjonen. Det er her ein unik tidsserie som i tillegg til å gje befolkning sikkerheit, forvaltning og industri beslutningsgrunnlag også er det eit unikt forskingsmateriale

2. FORUREINA SEDIMENT.

Her er ei rad tiltak som er nødvendige.

- a) Finna dei geografiske grensene for forureina sediment med omsyn på tungmetall og PAH haldige deponi i Indre Sørfjord innanfor Lindenes.
- b) Undersøkja biotilgjenge av metall frå ulike typar ureina sediment frå Hamnebassenget.
- c) Vurdere tidspunkt og tiltak for forureina sediment, Eitrheimsvågen.
- d) Utføre kost-nytte av ulike tiltak inklusive mulig nytte av tildekking med lokalt tilgjengeleg anhydritt av både metallhaldig og PAH-haldig sediment større deler av Indre Sørfjord.
- e) Vurdere kost-nytte av tiltak i høve til dei ureina sedimenta større deler av fjorden

3. KONTROLL MED DEPONI OG UREINA GRUNN, ODDA SMELTEVERK.

Vi har her beskrive deponi og potensielt forureina grunn der ein har avslutta pågåande overvaking grunna konkurs. Dette er ikkje miljømessig optimalt og kan føra til nye problem for Sørfjorden om det ikkje kjem i gang kartlegging og overvaking av situasjonen. Dette bør rettast på å tiltak koma i gang i samsvar med deponiforskrift.

4. KONTROLL MED DEPONI OG UREINA GRUNN, LINDENES.

Vi trur dette tidlegare avfallanlegget burde vore undersøkt med omsyn på avrenning og eventuelle påverknader i resipient

5. SPORING AV DDT-KJELDER, LANDBRUK

Her er det laga eit forslag til aktivitetar i vedlegg 6.7.

6. VIDARE VURDERING AV PCB-SITUASJONEN I TYSSDAL

7. VURDERING AV TILHØVA I KRING LUFTUTSLEPP OG PÅVERKNAD AV FJORD

8. VURDERE TILTAK FOR Å BETRE MILJØINFORMASJON TIL BEFOLKNINGA RUNDT FJORDEN

I og med at dette prosjektet vart så seint starta har styringsgruppa enno ikkje prioritert tiltak fram mot år 2005. Kostnadsramma for det arbeidet som er skissert over er nok i området 2-3 millionar og sjølv om noko kanskje kan finansierast lokalt er det her behov for betydeleg støtte for å halda framdrift i prosjektet. Vi forventar at gruppa vil halda fram med sitt arbeid på bakgrunn av herværande rapport.

LITTERATUR

- Berge, J.A., Hovind, H., Molvær, J. & Schaanning, M., 2002. Vurdering av mulige miljøkonsekvenser av fortsatt utslipp av gips (anhydritt) fra Outokumpu Norzink AS til Sørfjorden i perioden 2004-2014. 44 sider.
- Coteur, G., Pernet, P., Gillan, D., Joly, G., Maage, A., and Dubois, P., 2003. Field contamination of the starfish *Asterias rubens*. Part 1: short- and long term accumulation of metals along a pollution gradient. *Environmental Toxicology and Contamination*, 22: 2136-2144.
- Garmann & Co, 1999. Odda kommune. Hovedplan for avløp 2000-2011. Sammendragsrapport. 25 sider + vedlegg.
- Green, N.W., Severinsen, G., & Rogne, Å.K., 2002. Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP). Contaminant data for sediments 1986-1997. Rapport O-80106, 230 sider.
- JECFA, 2003. Summary and Conclusions. Sixty-first meeting, Rome, 10.19.June 2003. 22 sider.
- Julshamn, K., Børnes, C., Toppe, E.K., Sæthre, L.J. & Maage, A. and., 2001. Cadmium lead, copper and zinc in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled in Hardangerfjord, Norway. *Journal of Environmental Monitoring*, 3: 539–542.
- Knutzen, J. & Green, N., 2001. Tiltaksorienterte miljøundersøkeleser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 2000. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer med orienterende analyser i dypvannsfisk. NIVA-rapport 836/01, 51 sider.
- Knutzen, J., Beyer, J., Goksøyr, A., Green, N., Hylland, K., Egaas, E., Sandvik, M., & Utne Søre, J., 1994. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1992. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer og biomarkører for miljøgifter. NIVA-rapport 552/94, 54 sider.
- Miljøplan, 1981. Marin undersøkelse av avfallsdeponi og utslippsområde, Tyssdal. August 1981. 18 sider.
- Miljøplan, 1990. Vurdering av virkninger av utslipp til sjø fra Ilmenittsmelteverket i Tysseal, 1986 – 1988. 13 sider.
- Miljøvern Kommiteen i Odda, 1973. Del 1 ”Miljøvern tiltak og videre arbeid.
- Miljøvern Kommite i Odda, 1974. Del 3, Sluttrapport Utslippssituasjon 1974.
- Miljøvern komiteen i Odda, 1974. Del 2 ”Forurensningens miljømessige konsekvens”
- Måge, A. 2003a. Ei enkel berekning av tilført PCB til Sørfjorden ved opp-pussing av freda bygning, Tyssedal kraftverk, sommaren 2001. ASES-rapport 08-2003, 5 sider.

- Måge, A. 2003b. Vurdering av sjøbotn nær utslepp av PCB til Sørfjorden ved opp-pussing av freda bygning, Tyssedal Kraftverk, sommaren 2001. ASES-rapport 11-2003, 7 sider
- NGI, 1998. Kartlegging og risikovurdering av DDT. Frukthager på Kvalneset i Ullensvang. 15 sider + vedlegg.
- Noteby, 2000. Norzink AS Odda. Deponering av sprengstein I Sørfjorden. Del 1. Kwartærgeologiske forhold. Skredrisiko. Anbefaling av deponeringsområder. 23 sider + kart.
- Noteby, 2000. Odda kommune. Småbåthavn ved Egne Hjem. Miljøtekniske grunnundersøkingar. Forureina sjøbotn. Søknad om utfylling.
- Noteby, 2002. Outokumpu Norzink AS. Oppgradering av råstoffkaien. Miljøtekniske grunnundersøkelser. Forurensingsforhold. Tiltaksvurdering. 18 sider + vedlegg.
- Næs, K. & Rygg, B., 1982. Supplerende basisundersøkelse i Sørfjorden 1981. NIVA-rapport 51-82, Rapport O-800306, 39 sider.
- Ruus, A., 2002. Overvåkning av miljøforholdene i Sørfjorden. Delrapport 2. Miljøgifter i organsmer i 2001. NIVA-rapport 865/02, 41 sider.
- Ruus, A. & Green, N., 2003. Overvåkning av miljøforholdene i Sørfjorden. Delrapport 2. Miljøgifter i organsmer i 2002. NIVA-rapport 885/03, 43 sider.
- Ruus, A. & Måge, A. 2002. Rapport vedrørende oppfølging av funn av forhøyede PCB-konsentrasjoner i blåskjell fra Tyssedal. Rapport/Brev, NIVA/ASES-HM, 5 sider.
- Schaanning, M.T., 1999. Oksygenforbruk i tilknytning til utslipp av filterkake fra Odda Smelteverk AS. Fase 1 – nitrogenforbindelser i sedimenter og porevann. NIVA-rapport O-98168, 22 sider.
- Skei, J., 1992. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1991. Delrapport 1. Vannkjemi og sedimentundersøkelser. NIVA-rapport 500-92. 53 sider.
- Skei, J., 2002. Forurensingsbudsjetter. Frå: Risikovurderingar knyttet til forurensede sedimentar: Med fokus på Kristiansandsfjorden. Rapport TA-1864/2002, s. 84-106.
- Skei, J. & Tollefsen, T., 2000. Kartlegging av PCB-kilder i indre Sørfjorden ved hjelp av semi-permeable lav tetthets polyetylen membraner (LDPE – SPMD). NIVA-rapport 809/00, 22 sider.
- Skei, J.M., Price, N.B., Calvert, S.E. & Holtedal, H., 1972. The distribution of heavy metals in sediments of Sørfjord, West Norway. *Water, Air and Soil Pollution*, 1: 452-461.
- Skei, J., Rygg, B. & Næs, K., 1986. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1984-85. Delrapport 1: Sedimentfeller, bunn sedimentar og bløtbunnsfauna. NIVA-rapport, 222-86, Rapport O-8000309, 62 sider.
- Storås, R. & Skei, J., 1996. Ei miljøhistorie frå Sørfjorden. NVIM, 56 sider.

Walday, M., 2002. Effekter av utslipp av metallholding vann til Sørfjorden, Hardanger i 1999-2000. Analyser av sedimenter og filet av torsk. NIVA-rapport, Rapport O-21127, 18 sider.

Westerlund, S. & Hovda, J., 2000. Undersøkelse av deponiet i Sørfjorden. For Odda Smelteverk AS. Rapport RF-2000/017 (Dames & Moore Rapport 41767.003), 27 sider.