

RAPPORT LNR 3704-97

# Vurdering av årsak til fiskedød i Opo

Odda kommune, januar 1996



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

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

**Akvaplan-NIVA A/S**

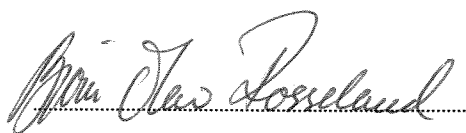
Søndre Tollbugate 3  
9000 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel  Vurdering av årsak til fiskedød i Opo, Odda kommune, januar 1996	Løpenr. (for bestilling) 3704-97	Dato 18. juli 1997
	Prosjektnr. Undernr. O-97068	Sider Pris 25 sider + vedlegg
Forfatter(e) Rosseland, Bjørn Olav Lydersen, Espen	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon 50
	Geografisk område Odda kommune, Hordaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Odda Smelteverk AS	Oppdragsreferanse
--	-------------------

**Sammendrag:** I januar 1996 ble det funnet en større mengde død laks og sjøørret i nedre del av Opo, Odda kommune. I de etterfølgende dager ble det sikret vannprøver og biologisk materiale, og vassdraget ble elektrofisket 6 dager senere. Politiet fant en sammenheng i tid mellom dødeligheten og et uhell med utslipp av cyanidholdig venturivann på Odda Smelteverk AS. Basert på et antatt hendelsesforløp, ble bedriften politianmeldt for brudd på Forurensningsloven. ØKOKRIMS bot på NOK 1 mill., baserte seg på bedriftens manglende sikring av utslipp. Istedenfor å gå i en SFT-pålagt avskjærende kloakkledning, skulle venturivannet ha rent ut i Opo via en kum som er tilknyttet bedriftens kjølevannsledning. NIVA ble kontaktet av bedriften i mars 1997, for å gjennomgå saken. Rapporten omhandler en vurdering av tidligere analyser og vurderinger, og prøver å gi en sannsynlig årsakssammenheng på bakgrunn av både gamle og nye opplysninger. I juni 1997 ble det gjennomført en simulering av venturivannutslipp, som avdekket at venturivann rant i avskjærende kloakkledning. Senere ble det påvist brudd på denne ledningen, slik at venturivann sannsynligvis har kommet ut i Opo via bedriftens kjølevannsledning. Ingen andre punkt- eller diffuse forurensningskilder ble vurdert som viktige nok som årsak til fiskedøden. Omfanget av fiskedøden vurderes som ikke kritisk for bestanden av laks og sjøørret i elva. Rapporten avdekker kritiske forhold i miljøetatens rutiner og prosedyrer i samband med slike episoder, og dokumenterer mangelfull etterforskning i saken.

Fire norske emneord 1. Miljøgifter 2. Cyanid 3. Fiskedød 4. Laksefisk	Fire engelske emneord 1. Environmental Pollutants 2. Cyanide 3. Fish mortality 4. Salmonides
---	--



Prosjektleder

ISBN 82-577-3270-2



adm. direktør

**Vurdering av årsak til fiskedød i Opo, Odda  
kommune, januar 1996**

## Forord

Norsk institutt for vannforskning, NIVA, ved undertegnede, ble i mars 1997 kontaktet av Odda Smelteverk AS v/ økonomidirektør Per Ø. Sævartveit, i forbindelse med en dødelighet av laksefisk som hadde funnet sted i Opo i januar 1996. NIVA ble muntlig konsultert på hvilke ulike miljøfaktorer som kunne ha betydning for akutt fiskedød generelt, og henvendelsen endte med at bedriften ble invitert til et møte på NIVA for å diskutere den konkrete saken. Etterfølgende møte ble ikke holdt, men NIVA ble pr. telefax den 19. mars 1997 engasjert av bedriften for å gjennomgå sakspapirene som var grunnlag for en bot utferdiget av ØKOKRIM, idet bedriften var stilt til ansvar for fiskedøden. Telefaxen inneholdt de viktigste funn og registreringer, inkludert kjemiske tabeller og rapporter, som lå til grunn for politiets anmeldelse og bøtelegging. NIVA ga en kort tilbakemelding pr. telefax den 4. april 1997 der vesentlige mangler i det innsamlede materiale ble påpekt. På denne bakgrunn ble det avholdt et møte hos Økokrim den 14. mai 1997, med representanter fra Odda Smelteverk, Hardanger Politikammer og NIVA. Som konklusjon fra møtet, ble NIVA bedt om å gjennomgå saken og skrive en rapport som vurderte alle sider av hendelsesforløpet som kunne ha betydning for fiskedøden.

Etter eget ønske gjennomførte NIVA, v/ Bjørn Olav Rosseland og Espen Lydersen, en befaring i Odda den 16. juni 1997. På forhånd ba NIVA representanter for politi, bedrift og lokale personer med kjennskap til episoden, om å delta under befaringen.

Denne rapporten integrerer tidligere registreringer og ny kunnskap, og søker å gi en realistisk beskrivelse av hendelsesforløpet som førte til fiskedøden i Opo den 9. januar 1996.

NIVA takker Arvid Aga og Egil Torheim (NRK Hordaland) for bruk av videoopptak av fiskedøden, og Tore Håstein (Veterinærinstituttet i Oslo), Trygve Poppe (Norges veterinærhøgskole, NVH), Magne Grande og Sigbjørn Andersen (NIVA) for vurdering av videoen. Alle partene i saken, Odda Smelteverk AS, Hardanger Politikammer, ØKOKRIM og Odda kommune takkes for bistand med frembringelse av all ønsket informasjon omkring hendelsesforløpet. Reidar Borgstrøm (Norges landbrukshøgskole, NLH) og Svein Jakob Saltveit (LFI, Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo, UiO), takkes for konstruktive diskusjoner underveis.

Oslo, 18. juli, 1997

*Bjørn Olav Rosseland*

---

# Innhold

Sammendrag	5
Summary	7
<b>1. INNLEDNING</b>	<b>9</b>
<b>2. FISKEDØDEN</b>	<b>10</b>
2.1 Funn av død fisk	10
2.2 Fangst av levende fisk	10
2.3 Histologiske prøver	11
2.4 Video opptak av fiskedøden	11
2.5 Fiskeundersøkelsen - kommentarer til funn	12
2.5.1 Lav fisketetthet ikke bevis for stor dødelighet	12
2.5.2 Giftige forbindelser var årsak til fiskedøden	13
2.5.3 Fiskedødens betydning for vassdragets laksebestand	13
<b>3. KJEMISKE ANALYSER</b>	<b>14</b>
3.1 Vannkvaliteten i Opo generelt	14
3.2 Vannkvaliteten i Opo i januar 1996	14
3.2.1 Hydrologiske forhold i og omkring vassdraget	14
3.2.2 Prøvestasjoner	14
3.2.3 Analyseresultat	14
3.2.4 Fiskens toleranse til høy pH	16
<b>4. UHELLET PÅ ODDA SMELTEVERK</b>	<b>17</b>
4.1 Årsaksbeskrivelse	17
4.1.1 Hendelsesforløp som grunnlag for politianmeldelse	17
4.1.2 Sannsynlige hendelsesforløp	17
4.2 Karakterisering av Venturivannet	18
4.2.1 Beregning av teoretiske cyanidkonsentrasjoner.	18
4.2.2 Svakheter med cyanid-beregningene, og fastsettelse av faktiske konsentrasjoner.	19
4.3 Cyanid og toksisitet	21
<b>5. SANSYNLIG HENDELSESFORLØP SOM LEDET TIL FISKEDØDEN I OPO DEN 9. JANUAR 1996</b>	<b>23</b>
<b>6. REFERANSER</b>	<b>24</b>
Vedlegg	

## Sammendrag

På morgenen 9. januar 1996 ble det funnet død laks og sjørøret i nedre del av Opo, nedstrøms Ivarshølen. Omfanget av fiskedøden er vanskelig å estimere, men ca. 125 store laks og sjørøret, i tillegg til ca 40 småfisk av de samme artene, ble funnet døde i etterkanten av episoden. Området syntes begrenset til nedstrøms kjølevannsutslippet til Odda Smelteverk AS. Det har vært arbeidet med ulike årsaksteorier omkring denne fiskedøden :

1. Vann forsuring som en følge av rask snøsmelting i Opo's nedbørfelt p.g.a. av mildvær.
2. Avrenning av vegsalt til Opo som et resultat av snøsmelting, omtalt under pkt. 1.
3. Et akutt utslipp fra en bedrift langs Opo.

Det ble ikke dokumentert at vannforsuring kunne være årsaken til fiskedøden, og også vegsaltteorien ble forkastet. Siden pkt.3 ble ansett som mest den mest sannsynlige årsak til fiskedøden, ble det satt opp 3 mulige alternative utslipp til Opo som kunne ha medført fiskedød:

- a) Utslipp via Odda Smelteverk AS sitt kjølevann/kloakksystem.
- b) Utslipp fra vaskeri via en kommunal kloakkpumpestasjon like nedstrøms Hjølløbrua.
- c) Avrenning fra kalkdeponiet (Hjøllotippen) til Ivarshølen.

I timene før fiskedøden ble oppdaget, oppstod en lekkasje av venturivann på Odda Smelteverk AS som en følge av et pakningsbrudd i pumpeystemet. Det er ikke mulig å tidfeste eksakt hvor lenge lekkasjen har pågått. Med bakgrunn i vitneutsagn, ble lekkasjen stanset kl. 07<sup>30</sup> og intet unormalt ble registrert rundt pumpehuset på siste inspeksjonsrunde engang mellom 05<sup>30</sup> og 06<sup>00</sup>. På bakgrunn av dette vitneutsagnet kan lekkasje av venturivann fra pumpehuset maksimalt ha foregått i 2 timer. Samtidig, med basis i det hydrologiske bilde som ble beskrevet i forbindelse med lekkasjen, både ute på plassen og inne i pumpehuset, har lekkasjen etter all sannsynlighet pågått i minst 30 minutter.

Siden avløpssystemet ved Odda Smelteverk skulle dreneres ut via sluk til avskjærende ledning for kommunal kloakk, ble utslipp av venturivann til Opo antatt som usannsynlig fra Odda Smelteverk sin side. Likefult konkluderte Rådgivende Biologer AS (Sægrov *et al.*, 1996) med at det etter all sannsynlighet var cyanid via venturivannutslipp fra Odda Smelteverk AS som var årsaken til fiskedøden. Politietterforskningen konkluderte også med at utslipp av venturivann kunne ha kommet ut i Opo. Dette skulle ha skjedd via en avskjærende kanal med rist, med forbindelse fra egen kum via kum med tilknytning til kjølevannsledningen som går direkte ut i elva. På bakgrunn av dette ble forelegg utstedet av ØKOKRIM den 24 januar 1997, hvor bedriften fikk en bot på 1 mill NOK, samt betaling av saksomkostninger p.g.a brudd på Forurensningsloven. Politiets forklaring på hendelsesforløpet ble lagt til grunn for boten.

Odda Smelteverk AS mente at et utslipp ikke kunne ha skjedd slik politiet beskrev hendelsen. De kontaktet derfor Norsk institutt for vannforskning i mars 1997. Denne rapporten omhandler en vurdering av tidligere funn, analyser og vurderinger, samtidig som den forsøker å beskrive en sannsynlig årsakssammenheng. Resultatet av dette arbeidet poengterer en rekke mangelfulle utredninger i de tidligere undersøkelsene. Den 16. juni 1997 ble det gjennomført en simulering av utslippet av venturivann på bedriften. Rekonstruksjonen viste at venturivannet rant ned i sluk som ledet til avskjærende kloakkledning, og dermed ikke kunne ha fulgt det avrenningsmønsteret som ble beskrevet av politiet. Venturivannet skulle derfor ikke kunne komme ut i elva. NIVA anbefalte bedriften å undersøke avløpssystemet nærmere, for å forsikre seg om at det ikke var brudd/lekkasjer i avløpssystemet som kunne muliggjøre lekkasje av venturivann til Opo. Ved denne gjennomgangen ble det funnet et hull i toppen av kloakkrøret i en kum på kjølevannsledningen der begge ledningene

passerte. Hullet var så stort at det ville kunne lede en rimelig stor vannmengde ut i kjølevannssystemet. Etter all sannsynlighet, har derfor venturivann allikevel kommet ut i Opo via bedriftens kjølevannssystem.

NIVA vil presisere at det ikke foreligger noen vannanalyser som representerer vannkvaliteten som faktisk drepte fisken i Opo. Våre antakelser om årsakssammenheng er derfor baseret på beste skjønn. På bakgrunn av funnet av et mulig lekkasjepunkt fra avskjærende kloakk og til kjølevannsledningen, og en omfattende gjennomgang av andre utslippsalternativer, både hva angår mengde, konsentrasjoner, sammensetning, og tidsaspekter i forhold til fiskedøden, har NIVA kommet fram til at den mest sannsynlige hovedårsak til fiskedøden i Opo 6. januar 1996 skyldes lekkasje av cyanidholdig venturivann fra Odda Smelteverk AS. Basert på vannanalyser fra andre perioder, kan det ikke helt utelukkes at dødelighetens omfang i Ivarshøl, begrenset til Ivarshølenes østre løp, i noen grad kan ha blitt påvirket av avrenning fra Hjøllotippen, mest sannsynlig som en additiv eller synergistisk effekt med cyanid fra hovedstrømmen, men de målte pH verdiene tatt den 9. januar kan ikke bekrefte dette. Den lave vannføringen i Opo på skadetidspunktet, og dermed liten fortykning i elva, kombinert med en generelt dårlig kondisjon på fisken i denne årstiden, har medvirket til at dødeligheten ble såpass omfattende.

## Summary

Title: Evaluation of the cause of fish kill in River Opo, Odda Municipality, January 1996

Year: 1997

Author: Rosseland, B.O. and Lydersen, E.

Source: Report from the Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3270-2

On the 9th of January 1996, a severe and acute fish kill occurred in the Norwegian River Opo at the city of Odda. Fish were killed in the lower part of the river, downstream a discharge of cooling water from a melting plant (Odda Smelteverk AS). In the following days, water samples and fish samples were collected, and the river was electrofished by Rådgivende Biologer AS, six days after the fish kill. Police investigation started on the 10th of January, and it was documented that a leakage of cyanide rich "venturi"-water (from a scrubber) had occurred shortly prior to the observed fish kill. Acid melt water or additional discharges from several point sources in the nearby area were evaluated in light of a simultaneously occurring period of mild weather. Rådgivende Biologer AS concluded that cyanide containing cooling water most likely was the primary cause of the fish kill, a theory also adopted by the police. Odda Smelteverk AS was charged by the police in January 1997 for violation of the "Pollution laws", and billed for 1 million NOK. The charges contained a detailed description of how the polluted venturiwater was brought into the cooling water from the smelter, and then discharged into River Opo.

In March 1997, NIVA was asked by Odda Smelteverk AS to evaluate the accident, and re-evaluate all potential factors relevant for the fish kill more properly. Based on type of pollutants, their concentrations and fluxes, as well as the time aspects in relation to the episodic fish kill, NIVA concludes that it is unlikely that other discharge sources than the venturi-water have lead to the actual fish kill in the River Opo. However, the flow of venturiwater did not follow the pathway described in the police charges. A simulation of the accident in June 1997, demonstrated that the venturiwater did flow into the sewage pipelines, a flow pattern ordered by the State Pollution Control Authorities (SFT). NIVA concluded that only leaks from this pipeline could explain discharges of toxic water into the river. A search in June 1997, discovered a pothole in the pipeline, in a place where venturiwater could mix with the cooling water and thereby contaminate the river. As no samples were taken during the fish kill, it is impossible to relate the toxicity to actual measured water chemistry. NIVA has estimated the cyanide concentration in the river to be 300-800  $\mu\text{g L}^{-1}$ , but due to a lot of uncertainties in these estimates (mainly analytical problems), the concentration levels are extremely uncertain. However, based on a review of toxicity studies dealing with cyanide and fish toxicity, it is likely that the cyanide-concentration in the river Opo has been relatively close to these estimates, in order to cause this very acute fish kill.

The main conclusion from this re-evaluation is therefore that the discharge of venturi-water did not flow as described in the charges from the police, but flowed through a pothole in a sewage pipeline, thereby being mixed into the cooling-water entering River Opo. Venturi-water contains many potential toxic compounds, but due to the relatively high concentration of cyanides, we assume cyanide as the main toxic compound. Except for a theoretical additive or synergistic effect of high pH on cyanide toxicity in the eastern part of Ivarshølen, caused by a possible pulse-discharge of high pH water from the Hjøllotippen, no other single factor than cyanide can be ascribed as being responsible for the fish kill in River Opo in January 1996. NIVA do not evaluate the actual fish kill as being critical for the fish population in the river.



The Environmental authorities as well as the police, are criticised for the sampling, handling of biological material, and incomplete investigation after the fish kill.

# 1. Innledning

Om morgenen den 9. januar 1996 oppdaget en arbeider på Odda Smelteverk død laks i nedre del av Opo, nedefor Ivarshølen. Det ble samme dag igangsatt opptak av død fisk, og vannprøver ble tatt på ulike steder i elva. Opptaket av død fisk ble videofilmet. Politietterforskning ble innledet dagen etter. Nye fiskeopptak skjedde den 13. januar. På oppdrag fra Fylkesmannen i Hordaland, gjennomført firmaet Rådgivende Biologer AS en biologisk undersøkelse i vassdraget den 15. januar, seks dager etter fiskedøden ( Sægrov *et al.* 1996). Vannprøver tatt den 9. januar og videre utover i en periode ble analysert av Alex Stuart Environmental Services A/S. Politietterforskningen avdekket et sammenfall i tid mellom fiskedøden og et uhell med lekkasje av cyanidholdig venturivann på Odda Smelteverk AS (Fresvik 1996). Basert på resultater fra den biologiske undersøkelsen, kjemiske analyser tatt i vassdraget og et antatt hendelsesforløp for venturivannets avrenning på fabrikkområdet, ble Odda Smelteverk AS siktet for brudd på Forurensningsloven av Politimesteren i Hardanger den 5. juni 1996. Basert på en detaljert beskrivelse av et antatt hendelsesforløp, ble forelegg utstedet av ØKOKRIM den 24 januar 1997, med bot på 1 mill NOK samt betaling av saksomkostninger. Grunnlaget for boten var brudd på Forurensningsloven, der det bl.a. ble påpekt at bedriftens ansatte ikke hadde separert fullstendig kjølevannsløpet til Opo, overflateavrenning, og avløp fra prosessvann til Sørfjorden, forhold som var pålagt av Statens forurensningstilsyn (SFT). Utslipp av venturivann, i en definert mengde over en definert tidsperiode, skulle ha rent ned i en avskjærende kanal med rist og videre over i en kum med videreføring til kum for kjølevann og der i fra direkte ut i Opo. På den måten hadde venturivann kommet ut i elva og forårsaket fiskedød.

Norsk institutt for vannforskning, NIVA, v/ Bjørn Olav Rosseland, ble i mars 1997 kontaktet av Odda Smelteverk AS v/ økonomidirektør Per Ø. Sævertveit, i forbindelse med ovenfor nevnte fiskedød i Opo. NIVA ble muntlig konsultert på hvilke ulike miljøfaktorer som kunne ha betydning for akutt fiskedød generelt. Denne henvendelsen endte med at bedriften ble invitert til et møte på NIVA for å diskutere denne konkrete saken.

Etterfølgende møte ble ikke holdt, men NIVA ble pr. telefax den 19. mars 1997 engasjert av bedriften for å gjennomgå sakspapirene som var grunnlag for boten utferdiget av ØKOKRIM, hvor bedriften var stilt til ansvar for fiskedøden. Telefaxen inneholdt de viktigste funn og registreringer, inkludert kjemiske tabeller og rapporter som lå til grunn for politiets anmeldelse og botelegging. NIVA ga en kort tilbakemelding pr. telefax den 4. april 1997 der vesentlige mangler i det innsamlede materiale ble påpekt (Vedlegg A). På denne bakgrunn ble det avholdt et møte hos ØKOKRIM den 14. mai 1997, med representanter fra Odda Smelteverk AS og bedriftens advokat, Hardanger Politikammer og NIVA. Som konklusjon fra møtet, ble NIVA bedt om å gjennomgå saken og skrive en rapport som vurderte alle sider av hendelsesforløpet som kunne ha betydning for fiskedøden. Fra Odda Smelteverk's advokat Hjalmar Olseth jr., har NIVA fått tilgang på alle dokumentene i saken.

Etter NIVA's ønske gjennomførte Bjørn Olav Rosseland og Espen Lydersen, en befaring i Odda den 16. juni 1997. På forhånd ba NIVA representanter for politi, bedrift og lokale personer med kjennskap til episoden, om å delta under befaringen (Vedlegg B). Det ble gjennomført en simulering av pakningsbruddet for venturivann. Utstrømningsbildet fra pumpestasjon og senere overløp fra tilknyttede rør og kumsystemer ble dokumentert og fotografert. I etterkant av denne rekonstruksjonen gjennomførte bedriften en undersøkelse av aktuelle deler av sitt avløpssystem.

Denne rapporten integrerer tidligere registreringer og ny kunnskap, og søker å gi en realistisk beskrivelse av hendelsesforløpet som førte til fiskedøden i Opo den 9. januar 1996.

## 2. Fiskedøden

### 2.1 Funn av død fisk

Om morgenen den 9. januar 1996 ca. kl 09<sup>00</sup>, oppdaget Tuomo Korhonen, ansatt ved Odd Smelteverk AS, død fisk i Opo nedstrøms Ivarshølen. Kløkken 11<sup>00</sup> samme dag ble Miljøkontoret i Odda kommune varslet av Odda Jakt og Fiskelag og Odda Smelteverk (Bøen 1996). Samme dag, mellom kl. 12<sup>00</sup> og 15<sup>00</sup>, ble vannprøver og fiskeprøver tatt. Oppsamling av fisk ble videofilmet av Arvid Aga, NRK Hordaland. Man arbeidet etter tre hovedteorier:

1. Forsuringsstøt (plutselig snøsmelting i nærområdet til Opo kombinert med svært lav vannstand i elva)
2. Plutselig avvrenning av vegsalt til Opo
3. Et akutt utslipp fra en bedrift langs Opo

Basert på disse teorier, ble undersøkelser foretatt i og langs vassdraget (Bøen 1996). Hardanger Politikammer ble involvert dagen etter, og igangsatte undersøkelser samme dag (Fresvik 1996).

Det eksakte tidspunkt for når fisken døde er umulig å fastslå basert på vitneutsagn. Saken inneholder ingen sikre uttalelse på når enkeltpersoner sist skal ha observert angjeldene strekning uten å ha sett død fisk. Det eneste sikre er at fisken var død på morgenen den 9. januar, før kl. 09<sup>00</sup>. Det synes vanskelig utfra det foreliggende skriftlige materialet å se hvor omfattende den totale fiskedøden har vært. Det ble samlet inn et antall stor fisk allerede den 9. januar (som vist på video), og noen av disse ble sendt til Statens Veterinære Laboratorium i Bergen (Bøen 1996). Hvor mange fisk som ble tatt opp den dagen er vanskelig å få en oversikt over. I følge brev fra Fylkesmann i Hordaland til SFT, datert 19/1-1996, ble det tatt opp fisk også den 13. januar der det ble tatt opp (sitat) «i overkant av 120 stor fisk og en ikke tallgitt mengde småfisk» (Kambestad 1996). I følge Sægrov *et al.* (1996), var antallet stor (voksen) fisk, fanget den 13. januar, 19 laks og 99 aure (totalt 118), og 36 småfisk, 31 laks og 5 aure. Under fiskeundersøkelsen den 15. januar, observerte Sægrov *et al.* (1996) 6 døde ungfisk mellom Ivarshølen og kjølevannsutslippet til Odda Smelteverk AS.

### 2.2 Fangst av levende fisk

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat først 6 dager etter dødeligheten. Det totale antall innfanget fisk i Opo den 15. januar 1996 var 51 laks og 11 aure, med svært få eller tilnærmet ingen på strekningen nedstrøms kjølevannsutslippet til Odda Smelteverk, se tabell 1 i Sægrov *et al.* (1996). Til tross for at fiskeintensiteten på enkeltstrekninger ikke var identisk, så antas de funnede tettheter (0 - 26.3 fisk /100 m<sup>2</sup>, tabell 1 i overnevnte rapport) å kunne antyde forskjeller i tetthet mellom stasjonene. Men som rapporten selv kommenterer, så var nok fangsten totalt sett underrepresentert p.g.a lav vanntemperatur (reduert fiskeeffektivitet) og bruk av for få gjentatte fiskeomganger pr. stasjon. Det ble i tillegg til det innsamlede materialet, observert levende stor fisk både i Ivarshølen og i hølen der kjølevannet fra Odd Smelteverk AS rant ut (figur 1).

I følge Sægrov *et al.* (1996), ville arealet som ble undersøkt nedstrøms kjølevannsutslippet til Odda Smelteverk ha rommet inntil 3000 - 6000 ungfisk, mens bare ca. 1 % av dette antallet ble funnet døde eller levende. Rapporten kommenterer de lave tettheter (død og levende) med at det må ha forekommet tidligere giftutslipp på strekningen, sansynligvis i perioden mai - juli året før (1995), men fremlegger ingen data som kan bekrefte en slik hypotese.

Innsamling av fisk med elfiske i et laksevassdrag i januar måned, er i utgangspunktet særdeles lite gunstig fordi fangsteffektiviteten da er meget lav. Dette skyldes i første rekke fiskens lave aktivitet ved lav temperatur. For å kunne dokumentere hva som skjedde i Opo i januar 1996, kommer man allikevel ikke bort fra at en slik metode har vært til hjelp for en relativ vurdering av fisketettheten i vassdraget. Resultatene må derimot ikke brukes som et absolutt mål for fisketetthet.

I følge lokalkjente folk, var den forrige fiskedøden i Opo i 1962. I følge Fresvik (pers. med.) sto det i Hardanger folkeblad en artikkel som omtalte saken. Cyanidholdig utslipp fra driften på Odda Smelteverk ble av Fiskerikonsulent Leiv Rosseland, anført som årsaken til fiskedøden. Fra 1962 og fram til 1996 er det ikke kjent å ha forekommet noen giftutslipp med dødelig utgang, i motsetning til hva som antydes i rapporten fra Rådgivende Biologer AS. Samme firma har imidlertid utført en undersøkelse i Opo i august 1994, omlag på de samme strekninger (Kålås og Sægrov 1996). Også den gangen var det en lavere tetthet av laks i nedre del av Opo enn forventet i forhold til gytesubstrat og oppvekstområder. Det ble ikke funnet årsyngel av laks (1994 årgangen) i hele vassdraget under denne undersøkelsen. På dette tidspunktet var ikke nåværende system for håndtering av venturivannet på Odda Smelteverk AS satt i drift. Dette skjedde først i oktober 1994 (P.Ø. Sævertveit pers. med.). Lav tetthet i 1994 kan derfor av tekniske grunner ikke kobles opp mot liknende utslipp av venturivann fra bedriften. Dette tyder mer på at fisketettheten i vassdraget er lav, og at spesielt nedre del av vassdraget ikke fungerer som et optimalt oppvekstområde for laks. Dette kan skyldes en rekke omstendigheter, se kapittel 3. Det foreligger derfor intet belegg for at det har forekommet giftutslipp fra Odda Smelteverk AS i 1995.

### **2.3 Histologiske prøver**

Oppsamlet fisk (usikkert på hvilket tidspunkt) ble sendt til Statens Veterinære Laboratorium (SVL) i Bergen, og undersøkt av Gunn Knutsen. Desverre var fisken allerede begynt å gå i oppløsning (moderat kadaverose og organ preget av autolyse). Det ble ikke funnet noen spesielle og gjennomgående særtrekk i obduksjonsmaterialet som kunne forklare fiskens død. Farging for aluminium på gjellene, utført av SVL, ga negativt resultat (SVL 1996). På bakgrunn av obduksjonsrapporten er det tydelig at flere av fiskene var i en slik generell dårlig forfatning (bl.a. yttre hudsår og gjelleskader), at de sansynligvis ville ha død naturlig i løpet av vinteren.

Gjelleprøver fra tre av de omtalte fiskene, ble videresendt via Veterinærinstituttet i Bergen, til Veterinærinstituttet i Oslo. I samarbeid med Agnar Kvellestad, konkluderer Torunn Taksdal med at prøvene, til tross for kadaveriøs kvalitet, ikke inneholder høye konsentrasjoner av jern eller aluminium på gjellene (Vedlegg C).

NIVA vurderer den lokale prøvetaking, konservering og forsendelse fram til undersøkende veterinære laboratorium for meget utilfredstillende. Dette til tross, kan analysene brukes m.h.t vurdering av metaller i vannet forut for fiskeopptaket. NIVA anser at det ikke er sannsynlig at det har vært "utslipp" av biologisk aktive jern eller aluminiumsforbindelser fra konkrete eller diffuse kilder som kan ha forårsaket fiskedøden.

### **2.4 Video opptak av fiskedøden**

Under opptak av død fisk den 9. januar 1996, ble deler av aktiviteten videofilmet av Arvid Aga. Deler av opptakene er tatt med i et fjernsynsprogram om Sørfjorden og vist i NRK Fjernsynet våren 1997. Hele opptaket er kopiert opp og oversendt NIVA for gjennomgang. Filmen er studert av de to NIVA medarbeiderne som tidligere har studert giftvirkning av cyanid, Magne Grande og Sigbjørn Andersen, dessuten Bjørn Olav Rosseland og Espen Lydersen. I tillegg har filmen vært sett av veterinærene

Professor Tore Håstein, Veterinærinstituttet i Oslo og 1. amanuensis Tryggve Poppe, Norges Veterinærhøyskole (NVH). Poppe har gitt en skriftlig kommentar til filmen (Poppe 1997, Vedlegg D).

Som en generell kommentar, synes filmen å vise "nydød" fisk, uten at det er mulig å anslå dødstidspunktet til timer eller dager. Gjellen synes "friske", der enkelte fisk hadde lyse gjeller (oksygenert blod, relativt typisk bl.a. ved cyanid forgiftning), mens andre hadde mer normalt mørke gjeller. Enkelte fisk hadde gjeller med bortfall av gjelleepitel på deler eller hele gjellebuer. Dette antyder heller mekaniske/oppdrettsmessige skader eller arvemessige feil, enn skader forårsaket av etsende kjemikalier. Flere av fiskene hadde oppspilte gjellebuer, som antyder akutte respirasjonsproblemer (oksygenmangel, se Rosseland *et al.* 1990). På grunnlag av videofilmen er det derfor ikke mulig å påvise en ensartet dødsårsak.

## 2.5 Fiskeundersøkelsen - kommentarer til funn

### 2.5.1 Lav fisketetthet ikke bevis for stor dødelighet

I rapporten til Sægrov *et al.* (1996), kommenteres mangelfull påvisning av ungfisk nedenfor kjølevannsutslippet til Odda Smelteverk AS med at ungfisken var døde på grunn av utslipp via kjølevannet. At det ble funnet få døde ungfisk og ingen levende mellom Ivarshølen og kjølevannet fra Odda Smelteverk AS behøver imidlertid ikke bety at dødeligheten her har vært total og at et relativt beskjedent funn av død fisk på strekningen skyldes at død fisk har blitt fraktet nedover til Ivarshølen. Det kan like godt skyldes at det i utgangspunktet var en lav fisketetthet på denne strekningen.

Hvilke gytemuligheter som foreligger på denne strekningen, eller hvilket oppvekstpotensialet strekningen utgjør for ungfisk, er ikke vurdert. Utfra fotografier tatt den 9. januar 1996 av T. Fresvik og S. Bygnes (Saksdokument VII/VI-bilde 12 og 13), var det en svært lav vannføring på skadetidspunktet. I følge opplysninger NIVA fikk under befaringen, var det normalt lav vannføring i elva gjennom store deler av vinterhalvåret. På den aktuelle strekningen er det dessuten dypere enn på overliggende strekning, noe som betyr ulike livsbetingelser for fisk, som igjen vanskeliggjør en slik sammenlikning. I tillegg vil kjølevannet kunne bidra med en vesentlig varmeheving av vannmassen fra utløpet og nedover mot Ivarshølen, noe som vil kunne påvirke fiskesamfunnet lokalt.

Ingen temperaturdata foreligger fra den 9. januar 1996, men utfra antatte verdier kan det gjøres et overslag. I Sægrov *et al.* 1996, anslås vannføringen i elva til  $1020 \text{ L sek}^{-1}$ , mens kjølevannet bidro med ytterligere  $167 \text{ L sek}^{-1}$ . Samlet vannføring i elva nedstrøms kjølvannstilførselen var derfor i underkant av  $1200 \text{ L sek}^{-1}$ . I følge Odda Smelteverk AS, økes temperaturen av kjølevannet med  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  (P.Ø Sævartveit pers. med.). Med dominans av innsjøvann, vil temperaturen i elva før utløpet av kjølevannsledningen ha vært mellom  $0 - 4 \text{ }^\circ\text{C}$ , sannsynligvis  $0-1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Blandingen av de to vannmengdene, vil gi en varmesum tilsvarende en temperaturheving på maksimalt  $2.8 \text{ }^\circ\text{C}$  i hovedelva. Luftavkjøling og tilførsel av vann fra nedbørsfeltet nedstrøms vil kunne bidra til å senke temperaturen noe på elvestrekning nedenfor kjølevannsutslippet.

For fisk som er vekselvarm, vil en økt temperatur medføre et økt stoffskifte eller metabolisme. Begrepet  $Q_{10}$  er et mål for den økningen i biokjemiske (stoffskifterelaterte) reaksjoner som skjer ved en temperaturheving på  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ . For de fleste biokjemiske reaksjoner er  $Q_{10}$  på mellom 2 - 3, dvs. at metabolismen øker 200 - 300% med en temperaturøkning på  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  i vannet. I Opo, vil en generell temperaturøkning på ca.  $3 \text{ }^\circ\text{C}$  øke stoffskiftet på kort sikt med fra 60 - 90%, inntil fisken etter en tid innstiller seg ved hjelp av metabolske tilpasningsreaksjoner på et noe lavere nivå (men allikevel høyere en utgangspunktet, se f. eks. Rosseland 1977). Økt metabolisme medfører økt energiforbruk, som må kompenseres med økt førtilgang om ikke fisken skal gå i energimessig underbalanse. Den viktigste næringstilgangen for fisk i rennende vann er via "driv". Vinterstid vil næringsdyrtilgangen

via driv være mer begrenset på grunn av lav temperatur og relativt liten aktivitet i næringsdyrsamfunnet oppstrøms, samtidig som fiskens næringsbehov er lavt grunnet liten egenaktivitet og lavt stoffskifte. På grunn av temperaturøkningen, vil også næringsdyrenes aktivitet øke på strekningen nedstrøms kjølevannsutslippet i Opo. Dette vil imidlertid i liten grad kunne utnyttes av fisken, idet laks i en rekke vassdrag ikke spiser ved temperaturer under 7 °C (Jenssen og Johnsen 1986). Selv om næringsdyrproduksjonen også vil øke lokalt, er det derfor et spørsmål om det er energimessig og dermed "økologisk" gunstig for fisk å oppholde seg for tett opptil kjølevannsutslippet på denne årstid.

Disse forholdene kan muligens forklare en "naturlig" lav forekomst av fisk på denne strekningen i januar 1996, og kanskje på hele nedre strekning av Opo dersom temperaturhevingen er merkbar lenger nede. Dette vil særlig gjelde ungfisk, p.g.a dens høyere stoffskifte relativt til størrelsen.. Det kan derfor tenkes at det av helt naturlige grunner var mindre fisk nedstrøms kjølevannsutslippet, og at vanskeligheten med å finne død eller levende ungfisk dels kan skyldes dette. I den varmere periode av året og i perioder med høy vannføring i vassdraget, vil dette ha mindre betydning, idet varmeøkningen knapt vil bli målbar.

Sægrov *et al.* (1996) observerte imidlertid levende stor fisk i hølen nedenfor kjølevannsutslippet og umiddelbart oppstrøms utslippet. Dette hverken beviser eller motbeviser et akutt giftutslipp fra kjølevannsledningen, idet det kan skyldes minst tre ulike forhold:

1. At levende fisk observeres nedenfor en mistenkt kilde for miljøgifter, kan skyldes at ny fisk har vandret til dette området fordi den tidligere fisken i området er blitt borte.
2. At levende fisk observeres nedenfor en mistenkt kilde for miljøgifter, kan skyldes at stedet ikke har vært hovedkilden for giftutslipp
3. At levende fisk observeres nedenfor en mistenkt kilde for miljøgifter, kan skyldes at den umiddelbare innblandingen av giftstoff i hovedstrømmen ikke har vært total slik at refugier ("fluktområder") for fisk har eksistert på strekningen.

Tiden fra den akutte fiskedøden ble oppdaget til en systematisk fiskeundersøkelse ble foretatt, 6 dager, er alt for lang for å kunne gi en eksakt beskrivelse av skadevirkningen på den berørte strekningen. Slike undersøkelser må igangsettes umiddelbart, og bare timer etter at skader er rapportert. NIVA stiller seg uforstående til at man ikke i et såpass industripåvirket område har rutiner for slikt.

### **2.5.2 Giftige forbindelser var årsak til fiskedøden**

Ut fra funn av død fisk og innsendte fiskeprøver for analyse, virker det som om fiskedøden har opptrådt akutt. Dette tyder på en episodisk tilførsel av giftige forbindelser. Dødeligheten ble primært dokumentert fra Ivarshølen og nedover, men observasjoner av enkelte døde fisk, samt lav tetthet av ungfisk antyder en øvre grense for gifteffekt ved utløpet av kjølevannet fra Odda Smelteverk AS. Samme konklusjon ble også framsatt i Sægrov *et al.* 1996.

### **2.5.3 Fiskedødens betydning for vassdragets laksebestand**

Den relativt beskjedne mengde fisk som ble funnet i nedre del av Opo i den tidligere fiskeundersøkelsen fra 1994 (Kålås og Sægrov 1996), og antall fisk funnet død eller levende i januar 1996, mener NIVA kan skyldes at denne delen av vassdraget har liten betydning som rekrutteringsområde i elva. Flere av de døde, voksne laksene var tydeligvis oppdrettslaks og skulle derfor ideelt sett ikke ha vært tilstede i elva (jmf. histologi kapittelet og videoopptakene). Mange av fiskene hadde også sår og skader som ikke kan anses å skyldes "giftepisoden", og ville sannsynligvis

ha dødd i løpet av vinteren. Langtidseffektene for laksestammen i Opo på grunn av fiskedøden 9. januar 1996 anses derfor å være begrenset.

## 3. Kjemiske analyser

### 3.1 Vannkvaliteten i Opo generelt

Opoassdraget ble i perioden 1982-1990 overvåket av Norsk institutt for naturforskning, NINA, 1992-94 av Næringsmiddeltilsynet for indre Hardanger, og fra 1995 av Fylkeslaboratoriet i Hordaland og Alex Stuart Environmental Services AS (Kålås og Sægrov 1996). Basert på data fra sistnevnte rapport, har Opo en tidvis forsuringspåvirket vannkvalitet (pH ned mot 5.5 og perioder med uorganisk (labilt) aluminium over  $40 \mu\text{g L}^{-1}$ , og negativ ANC (syrenøytraliserende evne). Slik vannkjemi kan medføre reduksjoner i laksebestanden over tid dersom de ugunstigste perioder sammenfaller med siste del av smoltifiseringen og utvandringen av laksesmolt, se eks. Starnes *et al.* 1995, men vil ikke kunne medføre akutt fiskedød slik som observert i januar 1996.

### 3.2 Vannkvaliteten i Opo i januar 1996

#### 3.2.1 Hydrologiske forhold i og omkring vassdraget

I perioden før fiskedøden, var det en langvarig kuldeperiode. Natten mellom den 8. og 9. januar steg lufttemperaturen fra minus grader til pluss grader, og det ble en avsmelting av snø i lavereliggende strøk, bl.a. i Odda sentrum. Den 8. og 9. januar ble det notert henholdsvis 4.7 mm og 0.7 mm nedbør på nedbørstasjon 49350 Tyssedal (Det norske meteorologiske institutt). Nedbøren og avsmelting av snø i lavereliggende områder må ha medført at det kommunale avløpsnettlet fikk økt tilførsel av overflatevann, men tilrenningen til vassdraget direkte synes ikke å ha medført en økning av den generelle vannføringen i elva.

#### 3.2.2 Prøvestasjoner

I forbindelse med fiskedøden, ble det samme dag, og de etterfølgende dager, opprettet flere prøvetakingsstasjoner. Under NIVAs befarings i Opo den 3. juni 1997, pekte T. Fresvik ut de nøyaktige prøvepunktene ut fra fotografiene i saksdokument VII/VI-3. Stasjonene er avmerket på kartet i figur 1, og nummerert i henhold til analyseskjemaene fra Alex Stuart Environmental Services AS (Vedlegg E).

#### 3.2.3 Analyseresultat

##### *Generelt*

Analyseresultatenes kvalitet er ikke vurdert av NIVA, men brukes i denne sammenheng som om de var representativ for situasjonen i elva. Prøver tatt fra den 9. januar og utover, og som omtales i denne rapporten, står i Vedlegg E (Saksdokument VII/IX-1 og -2).

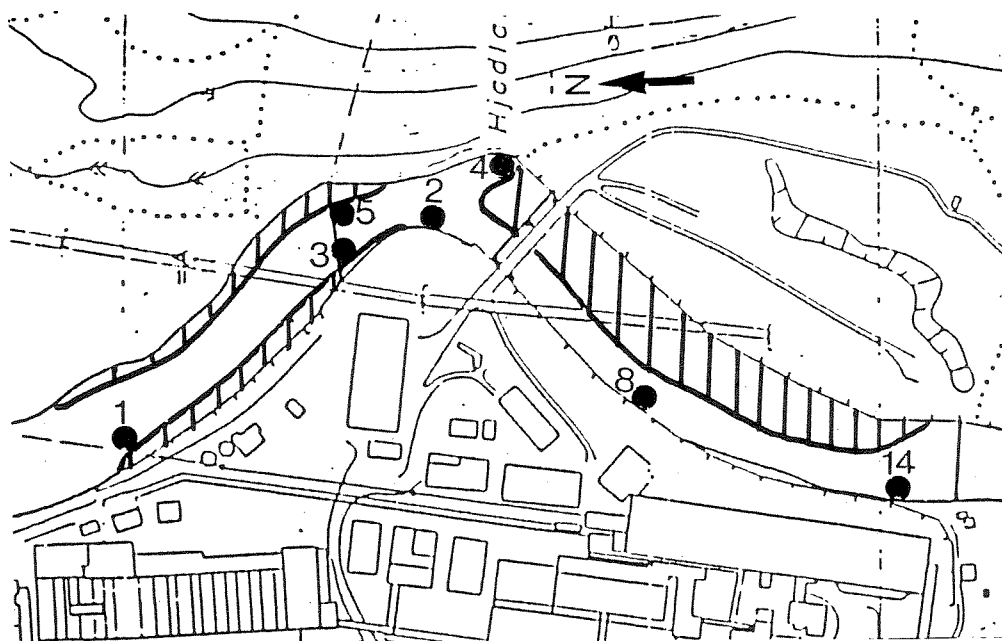
**Det er meget viktig å presisere at ingen prøve representerer den vannkvaliteten som faktisk drepte fisken i Opo.**

Ut fra de kjemiske analyseresultatene, er det ingen målte parametre som direkte kan kobles mot en akutt dødelighet av fisk. Vannet oppstrøms sonen med dødelighet hadde en generell god vannkvalitet, uten tegn til episodisk tilførsel av surt vann grunnet mildvær og lokal avsmelting av snø.

#### **Bidrag fra kommunal kloakk**

En ikke datert prøve av utslipp fra en kloakkledning oppstrøms kjølevannsledningen (prøve 14, "Ende av steinlager"), viser relativt høye totalverdier av kopper og sink, henholdsvis  $11 \mu\text{g Cu L}^{-1}$  og  $31 \mu\text{g Zn L}^{-1}$ , som med additiv (summert) toksisitetsvirkning overskrider grenseverdiene for laksefisk. Imidlertid mangler vesentlige analyser av andre forbindelser som påvirker toksisiteten, spesielt Ca og Mg, slik at en konkret vurdering av effekt er vanskelig. Utslipet blir imidlertid raskt fortynnet i hovedvassdraget, slik at det nedstrøms utslippet ikke forventes å gi noen effekt.

I rapporten til Fresvik (1996), vises det også til et direkte elveutslipp fra en kommunal kloakkledning som kom fra en kloakkpumpestasjon ved Hjøllo, oppstrøms Odda Smelteverk AS. Ved dette tidspunkt (10/1-1996) rant vaskevann fra vaskeriet på stedet ut i elva, p.g.a av pumpestans. Pumpestans hadde også forekommet dagen før, samme dag som død fisk ble funnet i elva. Utfra redegjørelsen i politirapporten, og senere muntlig bekreftelse av T. Fresvik om at rapportens innhold er riktig, må pumpestansen ha inntruffet etter at fiskedøden fant sted. En direkte skadevirkning av dette utslippet anses derfor ikke å ha forekommet. Dette bekreftes senere, idet fiskeundersøkelsen den 15/1-1996 påviste normale fisketettheter nedstrøms kloakkledningen, før innblanding av kjølevann fra Odda Smelteverk AS.



**Figur 1.** Prøvestasjoner i Opo. Nummereringen følger kjemitabellene fra Alex Stuart Environmental Services AS (Vedlegg E).

#### **Delt elveløp i Ivarshølen**

Målinger fra Ivarshølen viser at det har eksistert to separate delstrømmer i hølen på det tidspunkt fiskedøden inntraff. Vannkvaliteten i østre del av hølen var påvirket av avrenningen fra Hjøllo tippen. Analyser tatt den 9/1-1996 (Vedlegg E) viser at pH i kanalutløpet fra Hjøllo tippen var 9.31 (prøve 4), og at pH i utløpet av Ivarshølen på samme side (prøve 5) hadde pH på 9.41. På samme tid var pH 6.61 i hovedstrømmen (prøve 2) på vestre side av Ivarshølen, og pH 6.63 på vestsiden av utløpet fra



Ivarshølen (prøve 3). Etter samtløp fikk disse to delstrømmene en pH på 6.93 ved Opobrua vest (prøve 1).

Hvilke pH nivåer som kan ha forekommet i utløpsvann fra Hjøllotippen før prøvetakingen den 9/1-1996 er uklart, men prøver tatt på samme sted den 11/1-96 viser en pH på 9.50 (prøve 21). Imidlertid viser en analyse utført av Alex Stuart Environmental Services AS i mars 1997, at sigevannet fra Hjøllotippen hadde en pH på 11.3 (Vedlegg F), men her foreligger ingen analyser fra vannkvaliteten ellers i vassdraget. Under hvilke klimatiske betingelser prøven ble tatt på i mars 1977 er heller ikke notert (for vurdering av vannmengde ut, dvs. fortynningsgrad etc.), men illustrerer at prosessene i Hjøllotippen kan generere sterkt basisk avrenningsvann.

Utfra de foreliggende vannanalyser, kan det på skadetidspunktet ha foreligget to definerte vannkvalitetsområder nedstrøms kjølevannsutslippet fra Odda Smelteverk. Hovedvassdraget, innblandet kjølevann, kan den 9/1-1996 ha strømmet inn i Ivarshølen og rent nærmest uten innblanding og fortykning, gjennom hølens vestre del. Samtidig kan det ha vært en delstrøm med høy pH mellom utslippet fra Hjøllotippen og frem til blandingspunktet med hovedvannstrømmen ved utløpet av Ivarshølen.

Død fisk ble funnet på begge sider av Ivarshølen. Hvor fiskene døde, eller hvor den dødelige eksponeringen foregikk, er umulig å si i etterkant. Teoretisk kan pH i Ivarshølen's østre løp ha vært høyere enn det som ble analysert på ettermiddagen den 9/1, slik at fisken kan ha vært negativt påvirket av høy pH (se neste kapittel). Samme ettermiddag viser pH nedstrøms Ivarshølen at hovedstrømmen dominerer vannkjemien i elva etter innblanding med basisk vann fra Hjøllotippen. Dette tyder på en begrenset innflytelse av basisk vann i Ivarshølen på dette tidspunktet. Det antas likeledes at en eventuell høyere pH enn den som ble målt den 9. januar (eventuell ikke registrert puls), ikke alene kan ha hatt betydning for dødeligheten nedstrøms Ivarshølen (se nedenfor).

### **3.2.4 Fiskens toleranse til høy pH**

#### ***Effekt av høy OH***

Det foreligger få rene studier av høy pH (høy OH) og laksefisk. Forsøk utført av Grande og Andersen (1981) anses for å være ett av de mest sentrale arbeidene. En rekke arbeider er imidlertid utført ved høy pH, men studiene har primært sett på endringer i giftighet av tungmetaller ved høy pH.

Grande og Andersen (1981) viste at på ungfisk av laks (plommeseekkyngel og parr) begynner giftigheten ved pH 10.2, og kraftig giftvirkning innen få timer ved pH 10.5-10.6. Virkningen på enkeltfisk varierte sterkt, slik at arbeidet konkluderer med store individuelle variasjoner. Vurderes dette opp mot fiskedøden i Opo i januar 1996, så har fisken hatt ulikt utgangspunkt for å klare seg mot nær sagt enhver miljøgift. Alle giftstoffer som virker mot gjellene (syrer, baser, tungmetaller, cyanider etc.) vil ha størst effekt på den svakeste fisken med dårligst utviklet gjelleapparat. Video-opptakene av død fisk vitner om til dels store ulikheter i gjellefunksjonen til de enkelte fiskene.

Ingen vet imidlertid om pH i første del av mildværsperioden (som startet 8. januar 1996) nærmet seg pH >11, men gjorde den det, og pH i Ivarshølen's østre løp fikk tilnærmet samme pH, kan man ikke se bort fra at noen av fiskene i hølen døde av den grunn. Dette kan i så fall være årsaken til at denne delen av hølen ikke har virket som en beskyttende refugie for fisk. Men hovedårsaken til dødeligheten, utover muligens østre del av Ivarshølen, antas ikke å være knyttet til en avrenning fra Hjøllotippen. Dette begrunnes med at Hjøllotippen har eksistert i mange år, og at pulser av vann med høy pH må ha forekommet tidligerer (bl.a. i mars 1977, vedlegg F) uten at det har blitt registrert noen

dødelighet av fisk. Selv om forholdene i januar 1996 var spesielle mht. lav vannføring og en lokal mildværsepisode, antas liknende situasjoner å ha forkommet i tidligere år.

#### ***Andre forbindelser med giftvirkning ved høy pH***

Det er kjent at en del giftstoffer får økt giftvirkning når pH øker. Slike aktuelle forbindelser fra kommunal kloakk kan være enkelte tungmetaller og nitrogenforbindelser. Et av tungmetallene som øker i giftighet ved økt pH er sink, hvor det er dokumentert 10 ganger høyere giftighet for laksefisk (regnbueørret) når pH økte fra 5.5 til 9.0 (Bradley and Sprague 1985). Også nitrogenforbindelser, som ammonium ( $\text{NH}_4$ ), vil kunne omdannes til den svært giftige forbindelsen ammoniakk ( $\text{NH}_3$ ) og ammoniumhydroksid ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) ved pH over ca. 8. Giftvirkningen av ammoniakk vil i dessuten øke ved lave temperaturer (se oversikt i Knoph 1995). I tillegg vil tilstedeværelse av ammoniakk øke giftvirkningen av cyanid (Wuhrmann og Woker 1948).

Noen analyse av konsentrasjonen av nitrogenforbindelser i kloakken, eller mengden av kloakkvann som har rent ut i elva, foreligger ikke. Bidraget av komponenter fra kommunal kloakk anses likevel ikke å ha noen betydning for fiskedøden. Dette fordi det hevdes at lekkasjen fra kloakknett (ved pumpestansen) oppstod etter funnet av død fisk. Dessuten fordidet er en liten sannsynligheten for at hovedvannstrømmen i elva med et eventuelt kloakkutslippet, ville ha fått en så stor pH-heving at det ble dannet store mengder ammoniakk ved passering gjennom Ivarshølen (, bl.a. p.g.a. den dokumenterte delstrømmen).

## **4. Uhellet på Odda Smelteverk**

### **4.1 Årsaksbeskrivelse**

#### **4.1.1 Hendelsesforløp som grunnlag for politianmeldelse**

Hendelsesforløpet rundt lekkasjen i pumpehuset for venturivann, og arbeidet med å stanse lekkasjen, står vel beskrevet i sakens ulike dokumenter, jmf. bl.a. saksdokumenter VII/III-1, VII/IV-1 og VII/VII-1. Basert på resultater fra de biologiske undersøkelsene, kjemiske analyser tatt i vassdraget og et antatt hendelsesforløp for venturivannets avrenning på fabrikkområdet, ble Odda Smelteverk AS siktet for brudd på Forurensningsloven av Politimesteren i Hardanger den 5. juni 1996. Basert på en detaljert beskrivelse av antatt hendelsesforløp, ble forelegg utstedet av ØKOKRIM den 24 januar 1997, med bot på 1 mill NOK samt betaling av saksomkostninger. Grunnlaget for boten var brudd på Forurensningsloven, der det bl.a. ble påpekt at bedriftens ansatte ikke hadde fullstendig separert kjølevannsløpet til Opo, overflateavrenningen og avløp fra prosessvann til Sørfjorden, forhold som var pålagt av Statens forurensningstilsyn (SFT).

I følge tiltalen, skulle utslippet av en definert mengde venturivann over en fastsatt tidsperiode, ha strømmet ned i en avskjærende kanal med rist og videre til en kum med videreføring til en kum for kjølevann. På en slik måte ble det antatt at venturivann kom direkte ut i Opo og medførte fiskedød i elva.

#### **4.1.2 Sannsynlige hendelsesforløp**

I fax fra NIVA til Odda Smelteverk AS i april 1997 (Vedlegg A), påpekes et ønske om en undersøkelse som (sitat): "*belyser hvordan avløpsvann fra tippen og overløp fabrikk virkelig fordeler seg i vassdraget med tilsvarende vannmengder ("fargestoff eller melke-metoden")*".

Etter møtet hos ØKOKRIM i mai 1997 (se innledningen), ønsket NIVA å foreta en befaring i Odda, bl.a. for å studere disse forholdene. All berørte parter (bedrift og politimyndighet) ble forespurt om å delta i befaringen (Vedlegg B). Referat fra befaringen er skrevet av advokat Hjalmar Olseth jr. (Vedlegg G).

Venturivannets utstrømning fra pumpehuset ble simulert, med vannmengder som tilsvarte fra 6 L sek<sup>-1</sup> til ca. 20 L sek<sup>-1</sup>. Det ble også simulert utstrømninger fra kummene på området, og forsøkene ble fotografert, se bilder i Vedlegg H (A-J).

Det ble åpenbart under befaringen, at den detaljerte beskrivelsen av hvordan venturivannet fordelte seg under uhellet den 9. januar 1996, og som var grunnlaget i siktelsen både fra Hordaland Politikammer og ØKOKRIM, ikke kunne være riktig. Rekonstruksjonen viste at viss betydelige mengder venturivann skulle ha kommet ut i Opo (jmf. Vedlegg H), måtte det ha kommet ut i elva via avskjærende kloakk. I så fall måtte det foreligge en lekkasje i dreneringssystemet for avskjærende kloakk.

Kort tid etter befaringen gjennomførte bedriften en undersøkelse av ledningsnett. Da ble det oppdaget et hull (sannsynligvis stakehull) i et dreneringsrør til avskjærende kloakk der denne ledningen passerte gjennom en kum for kjølevannsledningen. Denne kummen var sist inspisert i november 1995 av folk fra Odda Smelteverk AS, og det var på det tidspunktet ingen lekkasje fra røret (Vedlegg I). Simulering av oversvømmelse på aktuelt bedriftsområde påviste lekkasje fra dette røret og ned i kummen med kjølevann (Vedlegg I). En mulig forklaring på hvordan venturivann kunne komme ut i Opo den 9. januar 1996 ble dermed funnet.

## 4.2 Karakterisering av Venturivannet

### 4.2.1 Beregning av teoretiske cyanidkonsentrasjoner.

Det er gjort to estimater av antatte cyanidkonsentrasjoner i Opo som følge av lekkasje av venturislam fra Odda Smelteverk 9. januar 1996.

- 1) Sægrov *et al.* 1996.
- 2) J. Kyrkjeide, 13. juni 1997 i brev av 3. juli 1997, Vedlegg J.

Siden det er relativt store avvik i vannmengder mellom de to beregningene (15% avvik), har vi valgt å bruke vannvolumene som er angitt i Sægrov *et al.*, 1996, da vi antar at estimert vannføring i Opo brukt av Kyrkjeide skyldes avskriftsfeil fra Sægrov *et al.*, 1996, i alle fall m.h.t. vannføringen i Opo.

1	Vannføring Opo, oppstrøms kjølevanntilførselen fra Odda Smelteverk	1020 L sek <sup>-1</sup>
2	Kjølevann fra Odda Smelteverk	167 L sek <sup>-1</sup>
3	Vannføring Opo, nedstrøms kjølevann fra Odda Smelteverk	1187 L sek <sup>-1</sup>

Ved NIVA's beregninger av cyanidkonsentrasjonen i Opo har vi lagt følgende antakelser til grunn:

A) Vannføringene er som angitt i Sægrov *et al.*, 1996, d.v.s.:

B) Maksimal mengde venturivann som kan tilføres Opo er  $6.1 \text{ L sek}^{-1}$  (Sægrov *et al.* 1996; Kyrkjeide, 1997).

C) Faststoffinnholdet i venturislam er ca  $3 \text{ g L}^{-1}$  (Sægrov *et al.* 1996; Kyrkjeide, vedlegg J).

D) Cyanidkonsentrasjonen i slammet varierer mellom  $80\text{-}150 \text{ mg L}^{-1}$  (Kyrkjeide, vedlegg J).

Kyrkjeidet og politiet tok prøver av venturivann 12. januar 1996, 6 dager etter lekkasjen. Prøvene ble analysert av Chemlab Services. Mengden cyanid i tørrstoffet (se tabell 1) ble målt til 20.000 ppm.

I tillegg er den samme prøven av venturislam (fra 12. januar, 1996) reanalysert av Chemlab Services (28. februar 1996) og Miljølaboratoriet i Telemark (1. mars 1996), som begge påviste langt lavere cyanidkonsentrasjoner, h.h.v  $750 \text{ ppm}$  og  $756 \text{ ppm}$ . Siden vi ikke kjenner stabiliteten, nedbrytningstiden til cyanid i venturislam mm, ser vi det svært vanskelig å sammenlikne analyser som er utført kort tid etter prøveinnsamling med prøver som er analysert etter nærmere 2 måneders lagringstid. Dette er også påpekt i analyserapporten fra Alex Stuart Environmental Services A/S til Hardanger Politikammer datert 7. mars 1996. Vi har derfor ikke brukt de siste analysene i estimering av cyanidkonsentrasjoner i elva.

En lekkasje av venturivann til Opo vil maksimalt medføre en tilførsel av faststoff på  $18.3 \text{ g sek}^{-1}$  ( $3 \text{ g L}^{-1} * 6.1 \text{ L sek}^{-1} = 18.3 \text{ g sek}^{-1}$ ). Siden analysene av cyanidkonsentrasjonen i slammet varierer, vil mengden cyanid (CN) som tilføres Opo kunne være fra  $366 \text{ mg CN sek}^{-1}$  til  $915.0 \text{ mg CN sek}^{-1}$ . Ved 100% fortyning vil denne mengden cyanid kontinuerlig blandes inn i elvas totale vannvolum på  $1193 \text{ L sek}^{-1}$ , d.v.s.  $1187 \text{ L sek}^{-1}$  (Opo + kjølevann) +  $6.1 \text{ L sek}^{-1}$  (venturivann)].

Hvis alt cyanid-holdig venturislam nådde Opo, og blandet seg 100% med hele vannvolumet, ville cyanidkonsentrasjonen i elva ha ligget på fra  $307 \mu\text{g L}^{-1}$  ( $366 \text{ mg}/1193 \text{ L}$ ) til  $767 \mu\text{g L}^{-1}$  ( $915.0 \text{ mg}/1193 \text{ L}$ ). Vi vil anta at innblandingen ikke var 100%, på grunn av lav vannføring og elveløpets topografi over den strekningen som er aktuell. Dette betyr at enkelte steder i elva kan ha hatt høyere konsentrasjoner, andre steder lavere konsentrasjoner, enn det som er antydning over. Fortynningen i Ivarshølen må vi anta er av underordnet betydning, og er derfor ikke tatt hensyn til i noen beregninger.

#### 4.2.2 Svakheter med cyanid-beregningene, og fastsettelse av faktiske konsentrasjoner.

Siden vi har å gjøre med et suspendert stoff som hovedkilden til giftige stoffer i venturivannet, vil vannløseligheten til stoffet være av avgjørende betydning. Samtidig vet vi at venturislammet består av mange ulike faste stoffer. Vannløseligheten vil igjen være svært avhengig av hvilke kjemiske komponenter det suspenderte tørrstoffet består av. For cyanider vet vi at Zn- og Cu-cyanider er meget vannløselige, mens jern- (Fe) og sølv- (Ag) cyanider nesten er uløselige i vann. Hvilke cyanid-komplekser som er tilstede er derfor avgjørende både for metall- og cyanid-konsentrasjonene i vannløsningen. Også tørrstoffets partikkelstørrelsesfordeling, mengde vann som kommer i kontakt med partikkeloverflatene (utspeingsvolum), samt vannets fysisk-kjemiske sammensetning (eksempelvis temperatur og pH) er alle essensiell faktorer m.h.t. hvor raskt de ulike stoffene løser seg i vann. Løselighetstudier med venturislam er eneste muligheten til å få et visst begrep om alle disse faktorer. Slike studier foreligger ikke.

Grunnen til at en trekker fram alle disse faktorer (som ikke er studert/analysert) er primært for å illustrere hvor vanskelig det er å estimere hvilke konsentrasjoner som kan ha vært tilstede i Opo i samband med en eventuell lekkasje av venturivann til elva. Som tidligere antydning kan konsentrasjonen av cyanid i elva ha ligget på ca  $300\text{-}800 \mu\text{g CN L}^{-1}$ , basert på antakelsen at all cyaniden løses spontant,

og med bakgrunn i de andre forutsetningene som er lagt til grunn for de teoretiske cyanidkonsentrasjonsberegningene. Siden alle cyanidene ikke er like løselige vil en anta at cyanidkonsentrasjonene sannsynligvis kan ha vært lavere enn det som teoretisk er beregnet. Hvor mye lavere er umulig å anslå, da vi mangler essensielle analyser av eksempelvis jern (Fe) og sølv (Ag) i venturislammet, samt partikkelfordeling mm.

Ikke oppløst tørrstoff vil også kunne sedimentere på elvebunnen (eksempelvis i Ivarshølen) fordi vannføringen i elva var svært lav på den tiden da venturivann kan ha lekket ut i Opo. Dette tørrstoffet vil kontinuerlig tilføres elvebunnen, samtidig med at det kontinuerlig vil bidra med cyanid og metaller til vannfasen, etter som noe av dette stoffet gradvis løses. Samtidig tilføres elven kontinuerlig nytt venturislam så lenge lekkasjen pågår. Dette vil medføre at cyanidkonsentrasjonene i deler av elva kan ha vært høyere enn antatt utfra de teoretiske beregningene.

Det er god grunn til å anta at venturivannet ikke blandes 100% med elvevannet på den nærmeste strekningen nedstrøms det potensielle utslippspunktet. Alle disse tilleggsvurderingene vil derfor bidra til at usikkerheten rundt konsentrasjonsnivåene av løst cyanid i elva sannsynligvis er langt større enn det som kommer fram gjennom de teoretiske beregningene. På bakgrunn av arbeider omkring cyanid og fiskedød (Se Kapittel 4.3), vil en kunne anta at cyanidkonsentrasjonen i elva kan ha ligget på det nivået som antydes i de teoretiske beregningene, siden fiskedøden synes å ha vært svært akutt.

I tillegg til cyanid, er venturislammet også analysert på polyaromatiske hydrokarboner (PAH) og enkelte tungmetaller. Til sammen utgjør mengden analyserte komponenter ca 2% av venturitørrstoffet, d.v.s. at 98% av tørrstoffet ikke er analytisk bestemt. Vi må derfor anta at venturivannet, i tillegg til meget høye cyanid konsentrasjoner, inneholder en svært sammensatt blanding av ulike komponenter, der flere muligens er toksiske hver for seg. I tillegg vet vi at ulike giftstoffer sammen kan gjøre vannet mer giftig en konsentrasjonen av enkeltkomponentene skulle tilsi. Dette er det som i toksikologien kalles forsterket eller synergetisk effekt, til forskjell fra om effektene skulle summere seg (additiv effekt). Vi vet heller ikke om enkeltkomponenter i venturivannet faktisk kunne ha redusert gifteffektene, såkalt antagonistisk effekt..

Det er ikke bare konsentrasjonen av giftige komponenter som er avgjørende for hvor omfattende en fiskedød kan være. Hvor lenge eksponeringen pågår er også helt avgjørende for om fisk vil overleve eller ikke. I dette tilfellet betyr det hvor lenge venturivann har lekket ut i Opo. Igjen finnes det ingen sikre tall for dette.

Etter befaringen NIVA hadde ved Odda Smelteverk 16. juni 1997, ble vannstrømmen i forbindelse med lekkasjen skissert som følger: Lekkasjen i pumpehuset medførte at venturivann rant ned i sluket i pumpehuset og bort til Fiskekummen. Fiskekummen ble så fylt med vann, og deretter strømmet vann ut av fiskekummen og ut på plassen. Når vannet rundt fiskekummen nådde en viss høyde, begynte vannet å stige inne i pumpehuset p.g.a. det hydrostatisk trykket fra vannet på plassen rundt fiskekummen. Vannet inne i pumpehuset steg til over dørstokken, slik at vi antar at vannstanden i pumpehuset kan ha vært ca 15 cm. Det var når det hydrologiske bilde var slik at lekkasjen ble oppdaget. Fra lekkasjen ble oppdaget gikk det ytterligere 10 minutter hvor venturivann strømmet ut med  $6.1 \text{ L sek}^{-1}$ , og ytterligere 20 minutter hvor lekkasjen ble antatt å være på  $1-2 \text{ L sek}^{-1}$ . Vi kan sette opp følgende estimat for vannvolumer når lekkasjen ble oppdaget:

6.1 L sek <sup>-1</sup> * 10 min	3660 L
1.0-2.0 L sek <sup>-1</sup> * 20 min	1200-2400 L
Areal pumpehus (ca 6 m <sup>2</sup> ) * 0.15 m (vannstand inne i pumpehuset)	900 L
<b>Sum</b>	<b>5760-6960 L</b>

Det vil si at fra lekkasjen ble oppdaget til lekkasjen ble stanset kan nærmere 6000-7000 L venturivann ha lekket ut. Forut for dette har hele vannstrømsbildet med stor sansynlighet utviklet seg slik som beskrevet ovenfor. Sammen med de rekonstruksjoner av vannstrømmer som ble utført i forbindelse med NIVA's befaring, samt bilder fra lekkasjedagen (som godt viser hvor vannet lå lekkasjedagen), kan vi med stor sikkerhet anta at lekkasje av venturivann må ha foregått over et lengre tidsrom enn det som har blitt antydnet i alle rapporter/brev vi til nå har mottatt i forbindelse med denne lekkasjen (tiden før lekkasjen ble oppdaget). Med bakgrunn i vitneutsagnet til Arne Opheim (saksdokument VII/IV-1), ble lekkasjen stanset kl. 07<sup>30</sup> og intet unormalt ble registrert rundt pumpehuset på siste inspeksjonsrunde, engang mellom 05<sup>30</sup> og 06<sup>00</sup>. På bakgrunn av dette vitneutsagnet kan lekkasje av venturivann fra pumpehuset maksimalt ha foregått i 2 timer. Samtidig, med basis i det hydrologiske bilde som ble beskrevet i forbindelse med lekkasjen, både ute på plassen og inne i pumpehuset, har lekkasjen etter all sannsynlighet pågått i minst 30 minutter. Vi kan dermed tidfeste lekkasjen av venturivann til over 30 minutter, men maksimalt 2 timer.

I tabell 1 har vi vist flukser av enkeltkomponenter i tørrstoffet og total mengde tørrstoff i venturivann, forutsatt en lekkasje på 6.1 L sek<sup>-1</sup> i 30 minutter. Med dette estimatet har ca. 11 m<sup>3</sup> venturivann rent ut fra pumpehuset via kummen og døråpningen. Dette er sannsynligvis også et svært forsiktig tidsanslag. Men om vi forutsetter en lekkasje på 30 minutter, har elva i verste fall vært eksponert for venturivann utslipp i 30 minutter, forutsatt en lekkasje av venturivann til elva på 6.1 L sek<sup>-1</sup>. Det må igjen presiseres at alle tall er basert på skjønn.

## Cyanid og toksisitet

Politianmeldelsen og senere anmeldelsen fra ØKOKRIM, er basert på utslipp av cyanid. Denne komponenten av venturivannet vies derfor spesiell oppmerksomhet.

Blåsyre, HCN, og dens salter har i lange tider vært kjent som et meget sterkt giftstoff for både mennesker og andre organismer. Cyanidene inaktiverer åndingszymer slik at cellene ikke kan nyttiggjøre seg det oksygenet som tilføres med blodet. Fisk som blir utsatt for cyanidforgiftning viser meget karakteristiske symptomer. Et viktig symptom er at gjellene antar en påfallende lys rødfarge. Fiskeblod som strømmer til gjellen er fattig på oksygen, men rik på CO<sub>2</sub>. Hemoglobinet, som gir rødfargen i blodet, får da en mørk rød farge (de-oxy-hemoglobin). Ved oksygenmetning av blod, blir fargen lys rød (oxy-hemoglobin). Er fargen på blodet i gjellen lyst, tyder dette på at oksygenet fortsatt er bundet til hemoglobinet etter å ha passert gjennom kroppen, noe som vil medføre oksygensvikt, og fisken vil dø av kvelning. Regnbueørret (*Oncorhynchus mykiss*) eksponert til cyanid viser økt respirasjonsfrekvens og nedsatt hjertefrekvens (Burlison and Milsom, 1995).

Doudoroff *et al.* (1966) demonstrerte at HCN først og fremst representerer den giftige komponenten sammenliknet med det anioniske CN<sup>-</sup>. Dette er interessant siden de fleste ferskvann har pH < 9.30, som er dissosiasjonskonstanten for blåsyre. Det vil si at for pH < 8.3 vil alt fritt cyanid foreligge som HCN. Med unntak av enkelte ekstremt giftige metaller (eksempelvis Ag), vil giftigheten til metallcyanidene være avhengig av mengden fritt HCN som dannes. Dette understreker betydningen av vannets pH for cyanid giftighet. Doudoroff (1956) påviste bl.a. at nikkelcyanid komplekset var 1000 ganger mere giftig ved pH 6.5 sammenliknet med pH 8.0. Bare ved å redusere pH fra 7.8 til 7.5 ble vannet 10 ganger giftigere. Sink- og kadmium-cyanider er påvist å danne meget giftige komplekser, mens nikkel, jern og kopper danner mere stabile komplekser og er derfor markert mindre giftige (Grande, 1971). Økning i vannets hardhet (Ca og Mg innhold) hadde minimal effekt på cyanid-giftigheten ved samme pH (Cairns og Scheier, 1963). Cairns og Scheier (1963) påviste derimot en viss økning i giftigheten når vannets oksygeninnhold ble redusert. Burdick og Lipschetz (1950) viste at

Tabell 1 Analyseresultater fra prøver tatt av tørrstoff of vannfasen av venturivann (Fra Alex Stewart Environmental Services A/S, Analyserapport 14. februar 1996, Oppdragsnr. 2266, Vedlegg E). Antatt konsentrasjoner av ulike komponenter i Opo er gjort av NIVA i denne rapporten, og er basert på at alt venturivann ( $6.1 \text{ L sek}^{-1}$ ) rant ut i elven i en viss periode. Videre har vi beregnet hvor mange gram som er kommet ut av hver enkelt analysert komponent, om en antar at lekkasjen på  $6.1 \text{ L venturivann sek}^{-1}$  til Opo i en periode på 30 minutter. Beregningene er basert på analyser av tørrstoffet i venturivannet, da filtrat-proseduren er meget dårlig beskrevet. Eneste informasjon er at det er benyttet et celluloseactetatfilter med porestørrelse på  $0.45 \mu\text{m}$  til filtreringen.

	2266-S Venturi tørrstoff <i>ppm</i>	2266-8 F Venturivann filtrat $\mu\text{g L}^{-1}$	Antatt mengde venturitørrstoff til Opo i løpet av 30 min <i>gram</i>	Antatt konsentrasjon i Opo tilført via venturivann $\mu\text{g L}^{-1}$
pH		11.97		
Cyanid	20 000	< 0.0002	659.3	307
Pb	187	< $4 \mu\text{g L}^{-1}$	6.16	2.869
Cd	14	< $1 \mu\text{g L}^{-1}$	0.45	0.215
Cu	79	< $4 \mu\text{g L}^{-1}$	2.60	1.212
Zn	523	$39 \mu\text{g L}^{-1}$	17.2	8.022
Ni	46	< $4 \mu\text{g L}^{-1}$	1.52	0.706
Hg	0.19	< $0.01 \mu\text{g L}^{-1}$	0.006	0.003
Acenaphthylene	8		0.27	0.127
Fluorene	10		0.33	0.153
Anthracene	116	0.002	3.82	1.779
Fluoranthene	557		18.4	8.544
Pyrene	545		18.0	8.360
Benzo(a)anthracene	336		11.1	5.154
Chrysene	447		14.7	6.857
Benzo(b)fluoranthene	363		12.0	5.568
Benzo(a)pyrene	207		6.82	3.175
Totalt analysert			772.7	
Totalt tørrstoff	2 935		32 226	

enkelte metallcyanider dekomponerte i sollys slik at cyanid ble frigjort fra kompleksene, og Henderson *et al.* (1961) påviste en kumulativ (forsterket) giftighet av organisk cyanideksponering gjennom en forsøksperiode på 30 dager. Det bør påpekes at alle toksisitetsforsøkene som sitert i dette avsnittet er fra 1950 og 1960 tallet, og er utført med relativt høye cyanidkonsentrasjoner, rundt  $5 \text{ mg L}^{-1}$ .

Det er utført flere fiskeforsøk med laverer konsentrasjoner. Grande (1970) konkluderte med at akutt giftvirkning av cyanider på laksefisk inntreer rundt  $50 \mu\text{g CN L}^{-1}$ . Som nevnt i Sægrov *et al.*, 1996, ble det publisert cyanid-eksponeringsforsøk med laks i Norge i 1978 (Tryland, 1978), hvor cyanid-kilden nettopp var avløpsvann fra smelteverk. De fant en dødelig dose ( $\text{LD}_{50}$ -verdi) på  $90 \mu\text{g CN L}^{-1}$  ved en eksponering i 4 døgn. Tryland og Grande (1983) påviste 50% dødelighet etter 96 timers eksponering til total cyanidkonsentrasjoner mellom  $60\text{--}100 \mu\text{g L}^{-1}$ . Källqvist (1992) testet venturislam fra Odde Smelteverk på algen *Skeletonema costatum*. Cyanidkonsentrasjonen er ikke angitt, men konklusjonen fra dette arbeidet var at venturislammet avga forholdsvis mye giftige komponenter til vannfasen.

Lanno and Dixon (1996) viste at  $27 \mu\text{g CN L}^{-1}$  ikke medførte giftighet på regnbueørret eksponert for denne konsentrasjonen i 16 uker. Leduc (1967) viste at juvenile (unge) coho-laks (*Oncorhynchus kisutch*) eksponert til  $10\text{-}80 \mu\text{g CN L}^{-1}$  adapterte (tilvendte seg) til disse konsentrasjonene gjennom siste halvdel av eksponeringsforsøket på 24 dager. Carballo *et al.* (1995) dokumentere 33% økt følsomhet for en patogen (sykdomsfremkallende) parasitt (*Saprolegnia parasitica*) etter at regnbueørret hadde blitt eksponert for  $70 \mu\text{g CN L}^{-1}$  gjennom 24 timer.

The U.S. EPA (Environmental Protection Agency) rapport om vannkvalitetskriterier (EPA, 1986), opererer med akutt følsomt området (rask dødelighet) for fritt cyanid (sum av HCN og CN<sup>-</sup>) for ferskvannsorganismer i området  $2.5\text{ - }45.0 \mu\text{g L}^{-1}$ . Enkelte organismer oppviste ingen akutt respons før ved ca  $400 \mu\text{g L}^{-1}$ , men dette var utelukkende evertebrater (virvelløse dyr).

Som også antydnet i EPA (1986) er det vanskelig å sammenlikne de ulike oppgitte konsentrasjoner av cyanid ved de ulike undersøkelsene, fordi det er benyttet ulike metoder for cyanid-bestemmelse. EPA antyder at syreløselig cyanid vil gi de mest korrekte verdiene når en skal fastsette konsentrasjonsgrenser for cyanid. En skal derfor være varsom med å overføre eller sammenlikne resultatene fra litteraturen med den situasjonen som kan tenkes å ha vært til stede under en eventuell cyanidlekkasje til Opo i januar 1996.

All forbehold omkring estimering av cyanidkonsentrasjoner i Opo og sammenlikninger med siterte arbeider omkring fisk og cyanideksponeringer, viser hvor vanskelig det er å anslå hvilke konsentrasjoner av giftige komponenter som har vært i elva ved eventuell lekkasje av venturivann, og samtidig relatere dette til giftighet for fisk. Til tross for dette mener vi, utfra det vi i dag kjenner til rundt lekkasjen og mulige transportveier av venturivann fra Odda Smelteverk til Opo, at det er cyanid fra venturislammet som etter all sannsynlighet har forårsaket den akutte fiskedøden i Opo i januar 1996.

## **5. Sansynlig hendelsesforløp som ledet til fiskedøden i Opo den 9. januar 1996**

Til tross for at det ikke foreligger en eneste vannanalyse fra tidspunktet rundt fiskedøden, vurderer NIVA et utslipp fra Odda Smelteverk AS av cyanidholdig venturivann til Opo som den mest sannsynlige årsak til fiskedøden i elva 6. januar 1996. Vi har derfor forsøkt å rekonstruere det antatte hendelsesforløpet.

P.g.a pakningsbrudd i en av pumpene som pumper venturivann, strømmet vann ut på gulvet i pumpehuset, ned i sluket i pumpehusets gulv og videre via ledning over til annen kum ("Fiskekummen"). Etter at denne kummen ble fylt opp, rant vannet ut av kummen og ut på plassen. Etter som vannet fortsatte å stige, ble det hydrostatiske trykket så stort at vannet begynte å stige inne i pumpehuset, opp til et nivå på ca 15 cm over dørterskelen. Da strømmet vann ut av døren til pumpehuset. Slik antas det hydrologiske bildet å ha vært da en ansatt på Odda Smelteverk AS oppdaget lekkasjen. Fra dette tidspunkt og fram til lekkasjen ble stoppet, gikk det ca 30 minutter, hvorav lekkasjen ble anslått til ca  $6.1 \text{ L sek}^{-1}$  i de første 10 minuttene, og  $1\text{-}2 \text{ L sek}^{-1}$  i de neste 20 minutter.

Siden ingen kan dokumentere eksakt når lekkasjen startet, er det svært vanskelig å estimere hvilke mengder venturivann som totalt kan ha lekket ut. En rekonstruksjon av lekkasjen i juni 1997, viste at fordelingen av vannet ikke kunne ha kommet inn i avløpssystemet som drenerer direkte til Opo, slik



det ble beskrevet i grunnlaget for politianmeldelsen. Venturivannet rant ned i systemer som ledet til avskjærende kommunal kloakkledning, slik bedriften var pålagt av SFT. Den eneste forklaringen til at venturivann skulle ha nådd Opo, måtte være lekkasje eller brudd på denne ledningen. Etter nøyere gjennomgang av avløpssystemet, ble det funnet et hull i den avskjærende ledningen der denne krysser en kum med kjølevann fra bedriften. Hullet i røret var av en slik størrelse at det kunne forventes en rimelig stor lekkasje, som dermed gjorde det mulig for venturivannet å komme ut i Opo via kjølevannet.

NIVA har også vurdert andre kilder til forurensning på det aktuelle tidspunkt. Bidrag fra punktkilder som kommunale kloakk- og overvannsrør, tilsig fra Hjøllotippen, samt diffuse kilder som sur nedbør. Ingen av disse kildene antas å ha hatt avgjørende betydning for fiskedøden, men man kan ikke se bort fra at noen av fiskene i Ivarshølen kan ha dødd pga. direkte eller indirekte effekter fra avrenningsvann fra Hjøllotippen (pga. additiv eller synergistisk effekt av høy pH og cyanid). Med sammenfallet i tid mellom lekkasjen av venturivann på Odda Smelteverk AS og fiskedøden i Opo, synes det svært sannsynlig at kjemiske stoffer i venturivannet har vært hovedårsaken til fiskedøden. Venturivannet inneholder mange potensielle giftstoffer, men NIVA antar at venturivannets høye innhold av cyanider er den primære dødsårsak. NIVA har, med alle mulige forbehold om vanskelighetene i beregningene, vurdert en mulig konsentrasjon av cyanid etter innblanding i Opo til ca. 300 - 800 µg CN L<sup>-1</sup>. På bakgrunn av arbeider omkring cyanid og fiskedød, vil en kunne anta at cyanidkonsentrasjonen i elva kan ha ligget på det nivået som antydes i de teoretiske beregningene, siden fiskedøden synes å ha vært svært akutt. At fiskedøden ble såpass akutt, og ble såpass omfattende, kan i stor grad tilskrives den lave vannføringen i elva som dermed førte til liten grad av fortykning, kombinert med en periode av året der fiskens kondisjon og dermed toleranse for mange påvirkninger, var lav.

Basert på det totale antallet død fisk som ble funnet, alderssammensetningen av den døde fisken og tidlige undersøkelser i Opo, vurderer NIVA fiskedøden i januar 1996 til ikke å ha vært kritisk for fiskebestanden i elva.

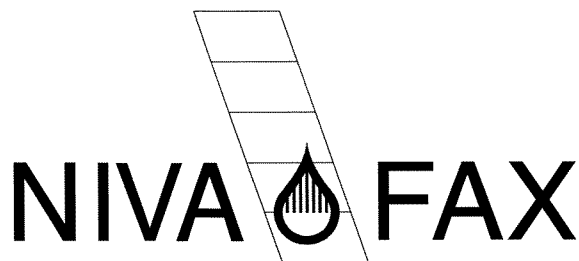
I forbindelse med fiskedøden i Opo i januar 1996, vil NIVA sterkt kritisere de ansvarlige miljøetater for sen dokumentasjon av skadeomfanget i vassdraget, samt håndtering av biologiske prøver forut for analyse. Dette har nærmest umuliggjort en reell kobling mellom vannkvalitet og fiskedød. Som påpekt av NIVA i april 1997, stiller NIVA seg også uforstående til at det simuleringsforsøket som ble gjennomført i juni 1997, ikke var blitt utført tidligere.

## 6. Referanser

- Bøen, R. 1996. Orientering vedr. laksedød i Opoelva i Odda. Notat fra Odda kommune, 11/1-1996. 2s. (saksdokument VII/VIII-3)
- Bradley, R.W. and Sprague, J.B. 1985. The influence of water hardness, and alkalinity on the acute lethality of zinc to rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 731-736.
- Burdick, G.E. and Lipschuetz, M. (1950) Toxicity of ferro- and ferric-cyanide solutions to fish and determination of the cause of mortality. Amer. Fish. Soc., Trans. 78, 192.
- Burleson, M.L.; Milsom, W.K. (1995) Cardio-ventilatory control in rainbow-trout. 2. Reflex effects of exogenous neurochemicals. Respiration Physiol., 101, 289-299.
- Cairns Jr., J.; Scheier, A. (1963) Environmental effects upon cyanide toxicity to fish. Notulae Naturae 361.

- Carballo, M.; Munoz, M.J.; Cuellar, M.; Tarazona, J.V. (1995) Effects of waterborne copper, cyanide, ammonia, and nitrite on stress parameters and changes in susceptibility to saprolegniosis in rainbow-trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Appl. Environm. Microbiol.* 61, 2108-2112.
- Doudoroff, P. (1956) Some experiments on the toxicity of complex cyanides to fish. *Sew. Ind. Wastes* 28, 1020.
- Doudoroff, P.; Leduc, G.; Schneider, C.R. (1966) Acute toxicity to fish of solutions containing complex metal cyanides, in relation to concentration of molecular hydrocyanic acid. *Amer. Fish. Soc., Trans.* 95, 6-22.
- EPA (1986) Cyanide- Aquatic life summary. In: *Quality criteria for Water, 1986*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, 106-108.
- Fresvik, T. 1996. Funn av store mengder død laks og sjøørret i Opo i Odda tirsdag den 9.1.96. Rapport Hardanger politikammer, 7 s. (Saksdokument VIII)
- Grande, M (1971) Den kjemiske overflatebehandlende industris avløpsvann: innvirkning på resipienter. *Galvanoteknisk Tidsskrift*, 15 Nr. 3, 18-26 & Nr. 4, 26.
- Grande, M. og Andersen, S. 1981. Lethal levels of pH for Atlantic salmon. *Vatten* 2: 109 - 114.
- Henderson, C.; Pickering, Q.H.; Lemke, A.E. (1961) The effects of some organic cyanides (nitriles) on fish. 15th Perdue Ind. Waste Conf. Eng. Bull. of Perdue University, Series No. 106, 45, 120.
- Jensen, A.J. and Johnsen, B.O. 1986. Different adaptation strategies of Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations to extreme climates with special reference to some cold Norwegian rivers. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.* 1986. vol. 43, no. 5, pp. 980-98
- Kålås, S og Sægrov, H. 1996. Laks og sjøaure i Opovassdraget, Odda kommune. Rådgivende Biologer AS, Rapport nr. 214, januar 1996, 24 s. (Saksdokument VII/VIII-8)
- Källqvist (1992) Undersøkelse av dicy-kalk fra Odda Smelteverk. NIVA-rapport O-92114, LNR-2886, 12 sider.
- Kambestad, A. 1996. Undersøkelser i Opo i Odda i forbindelse med fiskedød. Brev fra Fylkesmannen i Hordaland til SFT, datert 19/1-1996, referanse 9600122 462.23, 2s (Saksdokument VII/X-1)
- Knoph, M.B. 1995. Toxicity of ammonia to Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Dr. Scient. thesis, University of Bergen, 44 pp + Papers.
- Leduc, G. (1967) Some physiological and biochemical responses of fish to chronic poisoning by cyanide. *Research in Toxicology and Pharmacology*, Dissertation Abstract, 27, 256B.
- Poppe, T.T. 1997. Kommentarer til gjennomsyn av videoopptak fra fiskedøden i Opo, 9. januar 1996, datert 13/6-1997. 1 s. (Denne rapporten, Vedlegg C)
- Rosseland, B.O., Jacobsen, P. og Grande, M. 1990. Miljørelaterte tilstander. I: Poppe, T. (red.) *Fiskehelse*, kapittel 8, pp. 100-105, Griegs Forlag, Bergen.
- Staurnes, M., Kroglund, F. and Rosseland, B.O (1995). Water quality requirement of Atlantic salmon in water undergoing acidification and liming in Norway. *Water, Air, and Soil Pollut.* 85: 347 - 352.
- Sægrov, H., Johnsen, G.H. og Kålås, S. 1996. Undersøkingar av fisk, botndyr og vasskvalitet i samband med fiskedød i Opo 9. Januar 1996. Rådgivende Biologer AS, Rapport nr. 217, februar 1996, 15 s. (Saksdokument VII/VIII-9)
- SVL 1996. Rapport fra Statens Veterinære Laboratorium, Bergen, v/ Gunn Knutsen, til Hardanger Politikammer, datert 19/3-1996, angående obduksjon, bakteriologi og histologi av død fisk fra Opo (dato for innsamling av fisken ikke oppgitt). 2 s. (Saksdokument VII/IX-3)
- Tryland, Ø. (1978) Mangansmelteverkenes avløpsvann. NIVA-rapport O-95-77, 53 sider.
- Tryland, Ø.; Grande M. (1983) Removal of cyanide from scrubber effluents and its effect on toxicity to fish. *Vatten* 39, 168-174.
- Wuhrmann, K. and Woker, H. 1948. Experimentelle undersøchungen über die Ammoniak- und Blausaurevergiftung, *Schweiz. Zeits. Hydrologic.* 11: 20.

## **Vedlegg A.**



**NORSK INSTITUTT  
FOR VANNFORSKNING**

Brekkeveien 19  
Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon 22 18 51 00  
Telefax 22 18 52 00  
Telex 72400 fotex n, Att.: NIVA Oslo  
Foretaksnr. 855869942

---

TIL: Odde Smelteverk

ATT.: Per Ø. Sævartveit

FAX NO.: 53643793

DATO: 4. april 1997

J.nr.:

---

FRA: Bjørn Olav Rosseland

S.nr.:

DIR. TLF.: 22 18 5110

E-MAIL: bjoern.rosseland@niva.no

Antall sider inkl. denne:

2

---

**MELDING:**

**SAK: Fiskedød Opo 9/1-1996**

Takker for fax med sakspapirer.

En rask gjennomlesning av de fleste tilsendte papirer, foreløpig med unntak av politirapporten, har overbevist meg om at vesentlige momenter for en reel vurdering av dødsårsak og omfang ikke ligger i de til nå tilsendte rapporter. Av de vesentligste mangler kan nevnes:

- Det mangler en gjennomgang/oversikt over den generelle vannkvaliteten i Opo i periodene før dødeligheten (årsserier)
- At det samtidig med dødeligheten skal ha vært snøsmelting i området, er så lang jeg har lært ikke vært nevnt i rapportene (mulighet for overflateavrenning fra andre områder etc.)
- Tidligere målinger av fisketetthet på de ulike deler av vassdraget mangler, som kan bevise at det berørte området skulle ha den "teoretiske" fisketettheten som oppgis (det ble funnet ca 1% av død fisk i forhold til "teoretisk fisketetthet).
- Nøyaktig avmerking av det fysiske punktet for vannprøvetaking, slik at en vet at analysen virkelig ville fange opp relevant vannkvalitet på angjeldene sted.

- Undersøkelser som belyser hvordan avløpsvann fra tippen og overløp fabrikk virkelig fordeler seg i vassdraget med tilsvarende vannmengder ("fargestoff eller melk-metoden")
- Momenter som taler imot den "rådene teori" bortforklares mens det ikke legges samme kritiske vurderinger til resultat som "stemmer" med konklusjonen.
- Ingen skikkelig vurdering er gjort av de skandaløse sene undersøkelser som ble foretatt, der en dødelighet den 9/1 resulterte i oppsamling av fisk 4 dager senere og fiskeundersøkelse med el-apparat 6 dager etter. En død fisk er umiddelbart en "fanger" av metaller etc. på en helt annen måte en i levende live. Dessuten vil fisk som kjent bevege seg i elveavsnitt dersom et område blir uttynnet/fisketomt.
- Det er foreløpig ikke vurdert at stresset og døende fisk vil om mulig søke seg til bedre vannkvalitet eller drive passivt nedover elven. Et funn av en død fisk ett sted er derfor ikke bevis for at nettopp det stedet er det berørte området.
- Det er direkte feil eller mangler ved kjemitabeller, bl.a. er analysen av cyanid den 9/1 i Ivarshølen oppgitt til 0.029 mg/l i en tabell, og < 0.002 i en annen tabell. Hvor i hølen prøven er tatt i forhold til utslippsteder er som tidligere nevnt ikke oppgitt.

Basert på 20 års erfaring med å finne årsaken til plutselige fiskedøder, anser jeg i det minste at de til nå oversendte dokumenter er svært mangelfulle, og at en rekke forhold burde vært underlagt mer kritiske vurderinger.

Jeg reiser på oppdrag til USA den 6/4-97, og er ikke tilbake før den 15/4. Deretter er jeg i Trondheim den 16-17/4, og i Spania den 21-27/4. Noe møte med min tilstedeværelse før i uke 18 eller 19 blir derfor umulig.

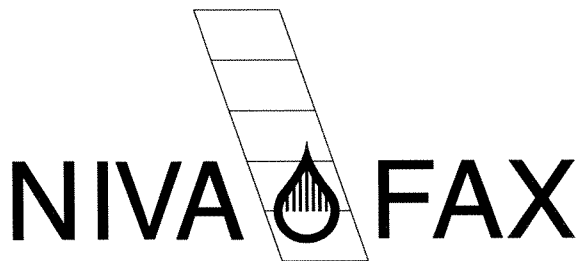
Ovenstående foreløpige betraktninger kan fritt brukes i sammenhenger der de er relevante.

Med vennlig hilsen



Bjørn Olav Rosseland  
Professor, dr. philos  
Forskningssjef

## **Vedlegg B.**



**NORSK INSTITUTT  
FOR VANNFORSKNING**

Brekkeveien 19  
Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon 22 18 51 00  
Telefax 22 18 52 00  
Telex 72400 fotex n, Att.: NIVA Oslo  
Foretaksnr. 855869942

---

TIL: Hardanger politikammer  
ATT.: Torleif Fresvik  
FAX NO.: 53645470/53644148  
DATO: 3. juni 1997 J.nr.: 1285/97  
FRA: Bjørn Olav Rosseland S.nr.: O-97068  
DIR. TLF.: 22 18 5110  
E-MAIL: bjoern.rosseland@niva.no

Antall sider inkl. denne:

2

---

**MELDING: FISKEDØD I OPPO 1996 - VURDERING AV ÅRSÅK**

Takk for sist (møte hos Økokrim).

Som avtalt på møtet hos Økokrim, utarbeider NIVA nå en rapport med vurdering av alle mulige årsaker til fiskedøden i Oppo i januar 1996. I den forbindelse må vi kartlegge alle tilfeller der det er rapportert om dødelighet av laksefisk i Oppo, spesielt for å vurdere om det kan være forbindelser med utslipp fra Odda Smelteverk.

Jeg viser til en utredning som du ga meg på slutten av møtet hos Økokrim, der Rådgivende Biologer v/Geir Johnsen den 29/11-1996 vurderte: Vasskvalitet, Vasskvalitet i "Venturivatnet" og Cyanidinnhold og verknad. Under overskriften "Vasskvalitet", finnes beskrivelsen av hvordan Venturivatnet rant ut i kjølevannet med 6.1 liter/sekund i 10 minutt (kilde: Torleif Fresvik, personlig meddelelse). I avsnittet som følger etter, står det (sitat):

**"Slike utslipp er også dokumentert å ha skjedd tidligere, og det var hausten 1995 eit par slike større eller mindre utslepp kvar månad".**

Vi er i ferd med å kjøpe meteorologiske data fra nedbørstasjonen i Odda for å vurdere hvilke klimatiske forhold som kan knyttes rundt omstendigheten med fiskedøder i Oppo. Slike dødeligheter må derfor kobles mot tidspunkt, helst dag og tidspunkt på dagen

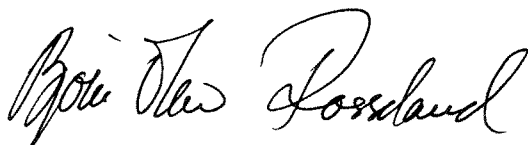
(morgen/middag/kveld), men minimum til innenfor en uke. I en telefonsamtale med meg igår, kunne Geir Johnsen ikke fremlegge konkrete datoer for slike gjentatte fiskedøder høsten 1995. Han sa at dette var opplysninger gitt av deg over telefon. I denne telefonsamtalen ble det også oppgitt konkrete kjemiske verdier knyttet til episodene, men Geir Johnsen gjorde ingen notater av dette, og kunne derfor igår ikke gi meg hverken datoer eller kjemitall.

**Av hensyn til vår videre undersøkelse, må vi derfor be om å få tilsendt all dokumentasjon omkring disse episodene så fort som mulig.** Vi ber også om materiale fra alle kjente fiskedøder i Oppo, uansett antatt årsak.

Det kan nevnes at jeg har tatt kontakt med professor Reidar Borgstrøm, fagområde naturforvaltning og ferskvannsfisk, Norges landbrukshøgskole (NLH), fordi han opprinnelig kommer fra Odda og mente å kjenne til tidligere fiskedøder i vassdraget. På telefon idag, bekreftet Borgstrøm at hans kunnskap om tidligere fiskedøder kunne stamme fra perioden med CO-utslipp i kjølevannet fra Odda Smelteverk, som i følge direktør Sævartveit fant sted rundt 1959/1960. I rapporten; "Laks og sjøaure i Oppovassdraget, Odda kommune", utarbeidet av Rådgivende Biologer i januar 1996, står det ikke nevnt noen episoder med fiskedød knyttet til utslipp fra Odda Smelteverk som kan settes i sammenheng med dokumentert nedgang i laksebestanden i Oppo. De etterlyste dataene er derfor meget viktige for vår undersøkelse.

Den 16. juni 1997 kommer undertegnede og Forsker, Dr. philos. Espen Lydersen (NIVA) på befaringsreise til Odda. Det er ønskelig fra vår side at vi kan ha en befaringsreise i vassdraget sammen med de viktigste personer som kan bidra med å forklare observasjoner/funn/registrerte miljødata etc. i den foreliggende politisaken. Jeg håper vi i felleskap med Odda Smelteverk v/Sævartveit, kan sette sammen et befaringsprogram som vil lette vår etterfølgende vurdering av saken.

Med vennlig hilsen



Bjørn Olav Rosseland  
Professor, Dr. philos.  
Forskningsjef

**Gjenpart:**

Odda Smelteverk v/ Per Sævartveit  
Advokat Hjalmar Olseth jr.  
Rådgivende Biologer v/ Geir Johnsen  
Professor Reidar Borgstrøm, NLH  
Økokrim v/ Håkon Skulstad



Økokrim  
Att: Per Knut Vistad  
P.b. 8193 Dep  
0034 Oslo

Gateadresse:  
Brekkeveien 19  
Postadresse:  
Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon 22 18 51 00  
Telefax 22 18 52 00  
Telex 72400 fotex n  
Att.: NIVA Oslo  
Postgiro 0813 5196712  
Bankgiro 6094 05 11421  
Foretaksnr. 855869942

*Deres referanse*  
sak 214/96 og 386/96

*Deres brev av*

*Vår referanse*  
ROS  
J.nr. 1322/97  
S.nr. O-97068

*Dato*  
6. juni 1997

## **Frigivelse av fotodokumentasjon i forbindelse med fiskedød i Oppo, Odda kommune, januar 1996**

Norsk institutt for vannforskning, NIVA, ved undertegnede, er engasjert av Odda smelteverk til å vurdere hvilke fysisk/kjemiske forhold som kan ha forårsaket dødeligheten av laksefisk i Oppo i januar 1996. I møtet hos Økokrim den 14. mai 1997, mellom representanter fra Økokrim, Hardanger politikammer, Odda smelteverk og NIVA, ble man enig om å avvente endelig avgjørelse i saken inntil NIVA hadde levert en uavhengig vurdering av årsaken til fiskedøden.

Som et ledd i dette, vil NIVA foreta en befarings i Oppo den 16/6-1997. Tilstede vil være lokale og sentrale personer med kjennskap til saken. Et viktig moment er hvordan vannføringen var på aktuelle tidspunkt. I samtale med Torleif Fresvik, Hardanger politikammer, onsdag 4/6-1997, fremkom opplysninger som tyder på at Oppo vil ha meget høy vannføring under den kommende befarings. For sansynliggjøring av de enkelte utslippenes betydning for totalvannføringen under fiskedøden, vil det fotografiske materialet Fresvik tok den 10/1-1996, dagen etter funnet av død fisk, være av stor betydning. Etter avtale med Fresvik, ber vi derfor om å få frigitt disse bildene slik at de kan medbringes til Odda mandag den 16/6-1997.

Med vennlig hilsen  
NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING



Bjørn Olav Rosseland  
Professor, forskningssjef

Direkte linje 22 18 5110  
e-post: bjoern.rosseland@niva.no

Gjenpart:  
Hardanger politikammer v/ Torleif Fresvik  
Odda smelteverk v/ Per Ø. Sævartveit  
Advokat Hjalmar Olseth jr.

## **Vedlegg C.**



Veterinærinstituttet

Bergen

ODDA SMELTEVERK	
BAR	TL
3 1 2 2 1 3 3 7	
Brev	

Minde Allé 10  
Pb. 40  
5032 Minde  
t 55 28 67 00  
f 55 28 09 54

Distriktsveterinær Geir Johansen  
Boks 27, Eidesmoen  
5751 ODDA

Deres ref.:

Vår ref.:

Dato:

07/04/97

Motteke materiale: 2 villfanga laks (vaksen I). Jnr. F-13, 11/01/96  
1 villfanga aure (vaksen II). Jnr. F-14, 11/01/96  
Frå Opo, Odda kommune

### Tilleggsvar:

Blokker og snitt av gjeller frå dei tre fiskane vart send til Veterinærinstituttet Oslo for ny vurdering. Kopi av svaret er vedlagt.

Konklusjonen er at det ikkje vart funne jern- eller annan metallutfelling på gjellelamellar eller avstøytte epitelceller.

Gjellene frå alle fiskane var for kadaverøse for vurdering med omsyn til andre skadar og moglege dødsårsaker.

Med helsing

  
Gunn H. Knutsen

Kopi: Hardanger politikammer, v/ Fresvik, 5750 ODDA  
Odda Smelteverk, v/Sævartveit, postboks 68, 5751 ODDA

Vedlegg

Oslo

Veterinærinstituttet Bergen  
Postboks 40  
5032 MINDE

Statens veterinære laboratorium	
Bergen	
J. nr.	106/97 Dato 7/4
Arkiv nr.	VI Svar

Ullevålsveien 68  
Pb. 8156 Dep.  
0033 Oslo  
t 22 96 45 00  
f 22 46 00 34

Deres ref.: F13/96 og F14/96

Vår ref.: 97/09/452/TT/ltt

Dato: 2. april 1997

Mottatt 13.03.97: 13 blokker og HE-fargede snitt merket 13-1 (5 stk), 13-2 (6 stk.) og 14 (2 stk.)

Vi viser til telefonsamtale.

I samarbeid med Agnar Kvellestad, NVH, har vi undersøkt de tre HE-fargede gjellesnittene og laget nye snitt som ble spesialfarget med hematein for påvisning av aluminium og andre metaller, og med tetrakaliumferrohexacyanid (i sur løsning) for påvisning av treverdig jern (Perls Berlinerblåttreaksjon).

Det ble verken funnet jern- eller annen metallutfelling på gjellelameller eller på avstøtte epitelceller.

Vi har fått opplyst at vevet er fiksert på fosfat-buffret formalin.

Dersom jern og/eller aluminium i dette vevet hadde forekommet i høye nok konsentrasjoner til å gi vevsskade av betydning i gjellene, ville det, etter vår vurdering, vært mulig å påvise disse metallene i det aktuelle materialet med de metodene som her er brukt.

Gjelle materialet var forøvrig såpass kadsverøst at det etter vår vurdering er uegnet for vurdering mhp. eventuelle andre skader og mulige årsaker.

Med hilsen

Torunn Taksdal

Torunn Taksdal

Vedlegg: Snitt og blokker i retur

## **Vedlegg D.**

Bjørn Olav Rosseland  
NIVA  
Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	
J.nr.:	1413/97
Søk nr.:	97068
Mottatt:	17.6

Oslo 13.6 1997

(ROS)  
LYD

Undertegnede har sett gjennom den tilsendte video som viser innsamling av død fisk (laks og sjørøret) i et mindre vassdrag sist høst. Jeg vil understreke at kommentarene naturlig nok kun er basert på det som fremgår av videoen.

Generelt sett later det til å være lite utvendige skader og sopp (*Saprolegnia* sp.) på fisken som blir plukket opp. Soppinfeksjoner er forholdsvis vanlige på gytefisk om høsten og kan i seg selv være dødsårsak. Så later ikke til å være tilfellet her.

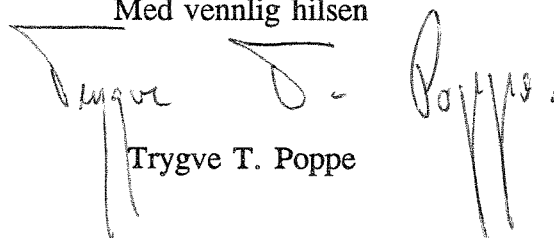
Fiskene som ble vist lot til å ha utspilt munn og utspilte gjellelokk, hvilket vanligvis er en indikasjon på at fisken er død av kvelning. Disse funn sier imidlertid ikke noe om årsaken til kvelningen. Noen av fiskene lot til å ha blødninger i munnhulen og kjevepartiet.

Gjellene lot til å ha en frisk rødfarge. Fisk som har ligget død noen tid utvikler gjerne svært bleke og etterhvert slimete gjeller. Jeg går ut ifra at vanntemperaturen var forholdsvis lav da fiskedøden inntraff (nysnø på breddene etc). Lav temperatur vil innebære at postmortelle forandringer forsinkes noe.

Det var påfallende at noen av gjellene som ble vist lot til å ha omfattende erosjoner i lamellene. Dette kan sammen med blødningene i munn/kjevepartiet indikere en forholdsvis kraftig påvirkning med etsende substanser. Noe av fisken ble plukket opp et stykke inne på bredden. Dette kan være en indikasjon på at fisken har forsøkt å hoppe ut av vannet, noe som er kjent fra tilfeller med akutt forgiftning. Det må imidlertid også understrekes at oter el. lign. også kan ha dratt fisken opp på bredden.

Det er ikke lett å angi eksakt hvor lenge fiskene har ligget døde i vannet før de ble plukket opp. Dette vil som tidligere nevnt avhenge bl. a. av vanntemperaturen som ikke er kjent for undertegnede i dette tilfellet. Jeg vil likevel driste meg til å antyde at fisken har vært død i mindre enn ett døgn, først og fremst basert på gjellenes fine rødfarge. Dødsstivheten er trolig ikke noe godt kriterium i dette tilfellet da den i tillegg til temperaturen også vil avhenge av fiskens ernæringsstilstand og i hvor stor grad fisken har vist panikkartet adferd før den døde.

Med vennlig hilsen

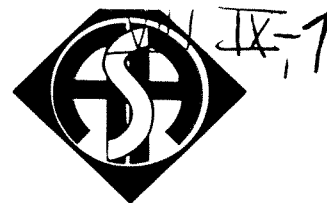
  
Trygve T. Poppe

## **Vedlegg E.**

# ALEX STEWART ENVIRONMENTAL SERVICES A/S

ODDA - NORWAY

Tyssedalsvegen 16 - N-5750 Odda - Tel.: (+47) 53 64 43 35 - Fax: (+47) 53 64 16 72  
FNR./Entr. no.: NO-956368189



Hardanger Politikammer  
v/ Fresvik  
Røldalsvegen 34  
5750 ODDA

19.02.1996

Odda, 14.02.96

## Analys rapport.

Oppdrag nr : 2266 Side 1 av 4  
Oppdrag beskrivelse : Analyse av elvevann og sediment fra Opo  
Prøve innkommet : 09+11.01.96

### Resultater:

Nedenforstående resultater er funnet i de innsendte prøvene. Se side 2-4. Vi gjør oppmerksom på at resultatet **kun** gjelder disse prøvene.

Metoder: Se side 2-4.

Prøvene som skulle filtreres for å skille vann fra fast-stoff ble filtrert gjennom celluloseacetat filter 0,45 µm porestørrelse.

Faststoffprøvene til metallanalyser ble dekomponert i 7 M HNO<sub>3</sub> ved 120 °C.

Vi minner om at denne rapport ikke skal gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av undertegnede.

Vi takker for oppdraget og hører gjerne fra Dem igjen ved en senere anledning.

Vennlig hilsen  
Alex Stewart -  
Environmental Services A/S

Petter Flo  
Laboratorieleder



Ordre 2266 side 3 av 4

Prøver v Fresvik

Prøve nr	Prøve id	pH	mg/l CN	ppm PAH	mikr.g/l Pb	mikr.g/l Cd	mikr.g/l Cu	mikr.g/l Zn	mikr.g/l Ni	mikr.g/l Hg	mg/l Susp st
1-F	Ivarshølen 11.1. midten	6,70	< 0,002	< 0,002	< 4	< 1	17	32	< 4	< 0,01	
2-F	Ivarshølen 11.1.	6,96	< 0,002	< 0,002	9	< 1	13	19	< 4	< 0,01	
3-F	Bunnpr Iv.Hø.nord 11.1.	5,92	< 0,002	< 0,002	4	< 1	9	39	< 4	< 0,01	
4-F	Bunnpr Iv.Hø.midt i 11.1.	6,09	< 0,002	< 0,002	4	< 1	< 4	22	< 4	< 0,01	
5-F	Bunnpr Iv.Hø.sør 11.1.	7,78	< 0,002	< 0,002	7	< 1	< 4	23	< 4	1,7	
6-F	Bunnpr Iv.Hø.sør 11.1.	6,74	< 0,002	< 0,002	5	< 1	< 4	12	< 4	< 0,01	
7-F	Bunnpr Iv.Hø.tipp 11.1.	8,15	< 0,002	< 0,002	7	< 1	< 4	10	< 4	< 0,01	
8-F	12.1.96 kl 9.15 Venturi	11,97	< 0,002	Se eget ark	< 4	< 1	< 4	39	< 4	< 0,01	2935
31-F	Avløp 20m syd Opobru vestsid 15.1	9,30	< 0,002	< 0,002	6	1	< 4	< 4	< 4	< 0,01	
Analysedato	Analysedato	16+17.01	Und.lev	22+23.01	22+23.01	22+23.01	22+23.01	22+23.01	22+23.01	18.jan	18.jan
Metode	Metode	NS-4720		GC-FID	ICP/USN	ICP/USN	ICP/USN	ICP/USN	ICP/USN	Kalddamp	NS-4733
Usikkerhet	Usikkerhet	+/- 0,11		< 10%	+/- 4	+/- 4	+/- 4	+/- 4	+/- 4	< 10%	< 10%

Prøve nr	Prøve id	ppm CN	ppm PAH	mg/kg Pb	mg/kg Cd	mg/kg Cu	mg/kg Zn	mg/kg Ni	mg/kg Hg
3-S	Bunnpr Iv.Hø.nord 11.1.	< 1	< 2	123,5	8,4	50,3	181,5	8,3	0,27
4-S	Bunnpr Iv.Hø.midt i 11.1.	< 1	< 2	147,1	8,2	60,6	217	7,5	0,50
5-S	Bunnpr Iv.Hø.sør 11.1.	< 0,1	< 2	31,8	11,1	19,9	132,6	12,5	0,06
7-S	Bunnpr Iv.Hø.tipp 11.1.	< 0,1	< 2	19,7	7,6	11,2	108	10,5	0,005
8-S	12.1.96 kl 9.15 Venturi	20000	Se eget ark	186,8	13,5	78,9	523,1	45,9	0,19
31-S	Avløp 20m syd Opobru vestsid 15.2	< 1	< 2	6,6	0,68	15,1	157,4	44,5	9,31
Analysedato	Analysedato	Und.lev	19+22.01	22.01.96	22.01.96	22.01.96	22.01.96	22.01.96	24.jan
Metode	Metode		GC-FID	ICP/MH	ICP/MH	ICP/MH	ICP/MH	ICP/MH	Kalddamp
Usikkerhet	Usikkerhet		< 10%	< 10%	+/- 4	< 10%	< 10%	+/- 4	< 10%

*P.F.*

Ordre 2266 Side 2 av 4 T-6014

Prøver v/ Bøen

Prøve nr	Prøve id	pH	mg/l CN	ppm PAH	mikr.g./l Pb	mikr.g./l Cd	mikr.g./l Cu	mikr.g./l Zn	mikr.g./l Ni	mikr.g./l Hg	ml/l Oksygen
2	Rett ned. Hjøllobru 9.1.	6,61									9,09
5	Ivarshøla 9.1.	9,41	< 0,002								
6	Ivarshøla 10.1.	9,21									
7	Rør 1 ovenf. kjølevann 10	6,69									
8	Kjølevann oven 3, 9.1.	5,65	< 0,002								
9	Omformer syd 9.1.	6,54									
10	Rør 2 ovenf. kjølevann 10	6,48									
11	Kokslager stige, fiskbu 10.	7,22									
12	Opo Klekkeriet 10.1.	6,70									
13	Kumme 1 kokslager 9.1.	7,00									
20	Utløp Ivarshølen 11.1.	8,28									
22	Hovedstrøm opo 11.1	6,34									
23	Dypet Ivarshølen 11.1	6,47									
24	Innerst i bakevje Iv.H. 11.	7,41									
1	Opobrua vest 9.1.	6,93	< 0,002	< 0,002	4	1	< 4	11	< 4	0,12	
3	Ivarshølen 9.1.	6,63	< 0,002	< 0,002	< 4	2	< 4	12	< 4	< 0,01	8,48
4	Kanal Hjøllotipp 9.1.	9,31	< 0,002	< 0,002	5	< 1	< 4	< 4	< 4	< 0,01	
14	Ende av steinlager	7,11	< 0,002	< 0,002	< 4	< 1	11	31	< 4	< 0,01	
21	Kanal Hjøllotipp 11.1	9,50	< 0,002	< 0,002	< 4	< 1	13	< 4	4	< 0,01	
25-s	svarte partikler i elv			< 2							
Dato analyse	Analysedato		Und.lev	19.+22+26.	23.jan	23.jan	23.jan	23.jan	23.jan	18.jan	11.jan
Metode	Metode			GC/FID	ICP/USN	ICP/USN	ICP/USN	ICP/USN	ICP/USN	Kalddamp	Winkler
Usikkerhet	Usikkerhet	+/- 0,11		< 10%	+/- 4	+/- 4	+/- 4	+/- 4	+/- 4	< 10%	< 10%

Forklaringer:

ppm = mg/l eller mg/kg.

mikr.g./l er forkortelse for mikrogram / liter = ppb.  
Kalddamp er Kalddamp AAS teknikk for kvikksølv.

ICP/USN er ICP-AES med ultralydforstøver, ICP/MH er samme instr. med konvensjonell Meinhardt forstøver.

*P. V.*

# ALEX STEWART ENVIRONMENTAL SERVICES A/S

ODDA - NORWAY

Tyssedalsvegen 16 - N-5750 Odda - Tel.: (+47) 53 64 43 35 - Fax: (+47) 53 64 16 72  
FNR./Entr. no.: NO-956368189



Politimesteren I Hardanger  
v/ T. Fresvik  
P.B 94  
5751 ODDA

Odda 06.03.96

## Analyserapport.

**Oppdrag nr :** 2266-2 Side 1 av 1  
**Oppdrag beskrivelse :** Bestemmelse av Cyanid i elv og avløpsvann. 2. gangs analyse.  
**Prøve innkommet :** 09+11.01.96

### Resultater:

Nedenforstående resultater er funnet i prøvene. Vi gjør oppmerksom på at resultatet **kun** gjelder disse prøvene.

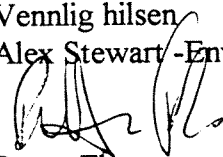
Analyse av underleverandør. 2. gangs analyse ved korrekt pH-justering.  
Rapportert 21.02.96

Prøve	CN mg/l
3 Ivarshølen 9.1.	< 0,002
4 Kanal Hjøllotipp 9.1.	< 0,002
5 Ivarshøla 9.1.	0,029
8 Kjølevann ovn 3, 9.1.	0,004
14 Ende av steinlager	0,002
21 Kanal Hjøllotipp 11.1	0,002
52-F Ivarshølen 11.1. v/Fresvik	< 0,002
58-F 12.1.96 kl 9.15 Venturi v/Fresvik	1,30

Vi minner om at denne rapport ikke skal gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av undertegnede.

Vi takker for oppdraget og hører gjerne fra Dem igjen ved en senere anledning.

Vennlig hilsen  
Alex Stewart - Environmental Services A/S

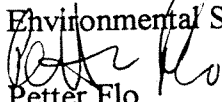
  
Petter Flo  
Laboratorieleder

**PAH-bestemmelse**

Metode : EPA 610P  
 Analysedato :22.01.96

Alle konsentrasjoner i ppm

Forbindelse			2266-8 S «Venturi»	2266-8 F «Venturi»
Naphtalene				
Acenaphtylene			8	
Acenaphtene				
Fluorene			10	
Phenantrene			599	
Anthracene			116	0,002
Fluoranthene			557	
Pyrene			545	
Benzo(a)anthracene			336	
Chrysene			447	
Benzo(b)fluoranthene			363	
Benzo(k)fluoranthene				
Benzo(a)pyrene			207	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene				
Dibenzo(a,h)anthracene				
Benzo(ghi)perylene				

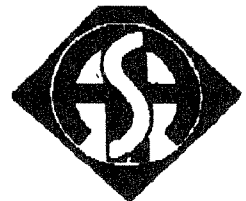
Alex Stewart-  
 Environmental Services A/S  
  
 Petter Flo  
 Laboratorieleder

## **Vedlegg F.**

# ALEX STEWART ENVIRONMENTAL SERVICES A/S

ODDA - NORWAY

NS/50 Odda - Tel.: (+47) 53 64 43 35 - Fax: (+47) 53 64 16 72  
FNR./Env. no.: NO-958368189



*Vedlegg IV*

Odda Smelteverk as  
v/ H. Buer  
Røldalsvegen 35-37  
5750 Odda

<b>Tele- fax</b>	Til/To	HELGE BUER
	Fra/From	FSA ODDA
	Dato/Date	12/3 <sup>97</sup>
	Ant. sider/No. of pages	
Post-k Kontorformulærer		3M/Best. nr. 7889

## ANALYSE RAPPORT

Oppdrag nr :

7110 ANALYSE RAPPORT.

Side 1 av 1

Oppdrag beskrivelse :  
Prøve inkommet :

Analysert fra Kjøle- og Sigevann.  
05.03.97

*Hollofopp*

### Resultater:

Nedenforstående resultater er funnet i de innsendte prøvene. Vi gjør oppmerksom på at resultatet kun gjelder disse prøvene.

Prøve id. Parameter	Sigevann	Kjølevann	Usikkerhet	Metode	Analysedato
pH	11,30	6,40	± 0,11	NS-4720	12.03.97
Zn, µg/l	< 4	5	± 7	ICP/USN	12.03.97
Cd, µg/l	< 4	< 4	± 7	"	"
Pb, µg/l	< 4	< 4	± 7	"	"
Ni, µg/l	< 4	< 4	± 7	"	"
Ca, mg/l	45,3	0,97	< 10%	"	"
Cu, µg/l	6	< 4	± 7	"	"
Al, µg/l	244	33	< 10%	"	"

Vi minner om at denne rapport ikke skal gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av undertegnede.

Vi takker for oppdraget og hører gjerne fra Dem igjen ved en senere anledning.

Vennlig hilsen  
Alex Stewart -  
Environmental Services A/S

*Arild Moe*  
Arild Moe  
Kjemi ingeniør



## **Vedlegg G.**

ROS

ADVOKATENE  
EEG, OLSETH OG NYGAARD DA  
MNA

Adv. Hjalmar Olseth jr.  
Adv. Lars Nygaard

H.r.adv. Frithjof Ths. Eeg

T E L E F A X

TIL: Bruv. Olav Roseland

TELEFAX NR.: 22 18 52 00

FRA: Adv. Olseth jr.

DATO: 18.06.97      ANTALL SIDER (INKL.DENNE): 5

MERKNADER:

Telefon 20/6.-97  
w/d selv.  
ok referat



## ADV. EEG, OLSETH OG NYGAARD DA

N O T A T  
FRA MØTE  
PÅ ODDA SMELTEVERK AS

Bergen 18 06 97

HO/tt

Til stede: fra Niva: Rosseland, Lydersen  
fra Odda Smelteverk: Sævartveit/Olseth  
fra Økokrim: Fresvik

## I

Rosseland og Lydersen hadde en kort innledning hvor man gikk gjennom enkelte forhold man ønsket å få klarlagt.

## II

Pkt 21

Der ble først foretatt en test ved å la vann strømme ut fra det såkalte pumpehuset.

- Vannmengden ble senere målt til å være 110 liter på 11,8 sek. Dette gir ca 9,3 liter pr sek. Dette er igjen over det som er anført ut fra økokrims, side jfr 6,1 liter.
- En rist til avskjærende kommunal kloakk, utenfor pumpehuset, ble også tettet til.

Etter 20 min var det meste av vannet samlet opp på plassen og noe vann var kommet til, - men ikke over noen av ristene.

## ADV. EEG, OLSETH OG NYGAARD DA

- 2 -

Etter ca 30 min ble vannmengden økt til nærmere 20 liter pr sek, og da kom der noe vann, - i liten mengde, over 2 av ristene i ca 1 meters lengde totalt.

Ved avslutningen av testen ble den kommunale risten åpnet og der gikk ca 2 min før vannmengden foran selve pumpehuset var rent ned i risten.

Pkt 22

Der ble deretter foretatt en test ved den såkalte oppsamlingskummen. Her er også en rist til avskjærende kommunal kloakk. Denne risten ble også tettet. Testen var interessant i det tilsiget til oppsamlingskummen kommer fra sluk i gulv i pumpehuset.

Testen startet kl 13.48. Vannmengden var også i overkant av 6.1 liter.

Kl 13.55 nærmet vannet seg oppsamlingskummen og det lå ellers mellom bygningene og på plassen.

Kl 14.06 var der ikke kommet vann opp til den såkalte oppsamlingskummen. Vannet lå imidlertid fortsatt i en dam mellom husene men fant et lite utløp mot en kommunal sluk ved nordenden av lagerbygget.

Pkt 23

Der ble deretter tatt et nytt forsøk kl 14.15. Man satt da en tønne over lokket på oppsamlingskummen og lot vannet flomme over. Der ble også tatt bilder her.

## ADV. EEG, OLSETH OG NYGAARD DA

- 3 -

- Forsøket viste at dette vannet i første omgang rant mer eller mindre i en rett linje. Dette vannet nådde ikke ristene.

## III

Det ble deretter foretatt en kort befaring rundt Opo.

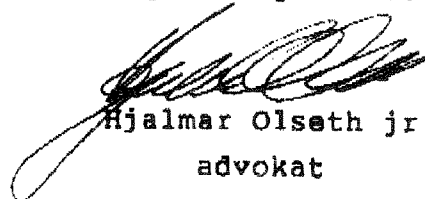
- Rosseland og Lydersen fremkom med en del ønsker som omtales i et eget skriv.

## IV

Der var deretter et avsluttende møte.

- Rosseland og Lydersen anså muligheten for at vann kunne ha kommet til Opo via ristene som nevnt i pkt 21 som lite trolig. Man diskuterte imidlertid muligheten for at vann kunne komme ut i Opo via overløp i kommunal kloakk.
- Man skal bli forsøke å se på dette via et fargeforsøk.

Bergen 18 juni 1997



Hjalmar Olseth jr  
advokat

ADVOKATENE  
EEG, OLSETH OG NYGAARD DA  
MNA

Søvartveit

Adv. Hjalmar Olseth jr.  
Adv. Lars Nygaard

H.r.adv. Frithjof Ths. Eeg

Bergen 18 06 97

HO/tt

N O T A T

Niva ved Rosseland og Lydersen ønsker følgende punkter oppfylt.

- Et kart over elveløpet, samt innmerkning av prøvestasjoner hvor der er tatt målinger og når..
- Dreneringskart i forbindelse med Odda Smelteverk.
- Et fargeforsøk også med hensyn til de kommunale ristene.
- Analyser fra Comlab (allerede mottatt).
- Beregninger fra Odda Smelteverk med tanke på min og maks mengder av venturivann og dermed cyanid.

Med vennlig hilsen

Hjalmar Olseth jr  
advokat

## Vedlegg H.

### Simulering av belgruud på pumpe for venturivann.

Fotografier tatt av Bjørn Olav Rosseland (NIVA) under befaringen ved Odda Smelteverk AS den 3. juni 1997. Se forøvrig beskrivelse av simuleringen i Vedlegg G (referat fra advokat Hjalmar Olseth jr.)

#### Forklaring til bilder:

A	Vannpumping som simulert brudd. Sluk tett. Vannmengde ca. 20 Lsek <sup>-1</sup>
B	Utløp fra pumpehus. Såvidt kontakt med rist nederst til høyre i bildet (v/Fresvik)
C	Utstrømningsbilde etter ca. 30 min. Vannføring ca. 20 Lsek <sup>-1</sup> . Såvidt kontakt med rist øverst i høyre hjørne
D	Utstrømningsområde fra pumpehus
E	Utstrømningsområde fra pumpehus
F	Utstrømning på plassen mellom pumpehus og fiskekum. NB! Ingen forbindelse til vann fra selve pumpehuset.
G	Som F, utstrømning mot nord
H	Som F og G, utstrømning etter ca. 11 minutt
I	Utstrømning fra "Fiskekum"
J	Utstrømning på området nord-vest for Fiskekum



A



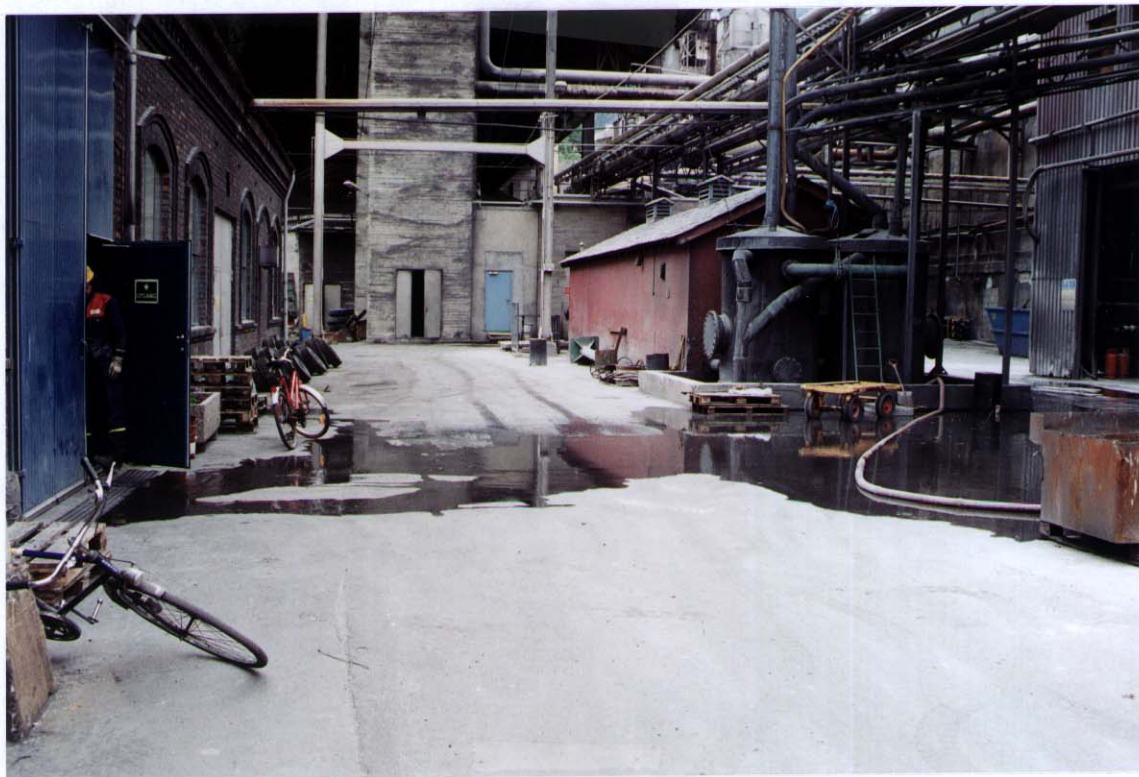
B



C



D



E



F





G



H



I

2



J

3

# Vedlegg I.

NIVA  
v/Bjørn Olav Rosseland  
Postboks 173 Kjelsås

0411 OSLO

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	
J.nr.:	1565/97
Sak nr.:	97068
Mottatt:	4.7

(ROS)  
mivrdl.  
LYD

PØS/IHH

Odda, 03. juli 1997

### Vedr. Fiskedød i Opo

Takk for sist. Det vises til tidligere avtaler og til din fax datert 25.06.97.

Vedlegg 1 gir en oppdatering på hva som har skjedd i etterkant av NIVA's besøk i Odda. Som det fremgår av denne synes det rimelig klart at det er sannsynlig at venturivann har funnet veien ut i Opo via vårt kloakk- og kjølevannsystem. I forhold til de punkter som er opplistet i notatet om videre arbeid, har det ikke fremkommet vesentlig nye opplysninger. Vi må regne med at hullet på toppen av kloakkrøret gjennom kummen har vært der i rimelig lang tid. Den omtalte sprekkdannelse i røret var nok bare tilsynelatende. Lekkasjen har utelukkende funnet sted gjennom hullet på toppen av røret. Hullet er stort nok til å lede en rimelig stor vannstand ut i kjølevannet. Kummen var sist inspisert av våre folk i november -95 og det var på dette tidspunkt ikke noen lekkasje på nevnte sted. I forhold til punktene i din fax har jeg følgende kommentarer:

- Pkt. 1 Viser til vedlegg 2.
- Pkt. 2 Slik systemet fungerte i januar -96 kan man se bort fra mulige buffere som kunne redusere evt. forsinke utslippene til kjølevann.
- Pkt. 3 Vi vurderer det som lite sannsynlig at "forurenset kloakk" kunne komme ut i Opo gjennom andre overløp.
- Pkt. 4 Det interessante er hvor lenge venturivann rant ut gjennom døren fra pumpehus. Venturivann som løp over fra fiskekum er ikke interessant i denne sammenheng. Den totale tid for utrenning fra pumpehus er av våre folk estimert til ca. 10 minutt. Vannmengden var 6,1 l/sek. En vesentlig mindre vannmengde fortsatte å renne ut i ytterligere 20 minutt. Dette kan anslås til 1 - 2 l/sek.
- Pkt. 5 Den totale vannmengde over hele perioden blir følgelig ca. 5.000 l.
- Pkt. 6 Konsentrasjon av cyanid i venturivannet inkl. faststoff er på ca. 80 ppm.

I forhold til pkt. 5 og 6 vises det til vedlegg 3.





Etter den siste utviklingen i saken vurderer vi det ikke lenger som interessant å gjennomføre en egen studie som beskrevet på side 2 i din fax.

Jeg håper at dette er tilfredsstillende på det nåværende tidspunkt. Skulle det være behov for å kontakte meg i løpet av de nærmeste ukene vil jeg stort sett være å treffe på mobiltelefonnr. 94 46 51 52.

Med vennlig hilsen  
for ODDA SMELTEVERK A/S

Per Ø. Sævertveit  
Økonomidirektør

## Notat

Til: Hjalmar Olseth

Kopi: Robert Hermansen  
Gunnar Østby  
Bjørn Ole Tveitnes  
Bjørn Røvik  
Arne Mæland

Fra: Per Ø. Sævartveit

Dato: 19/6/97

Sak: **Oppsummering etter kartlegging av avløpsforhold fra pumpehus via overflateavrenning til kloakk**

Som en oppfølging av NIVA's feltundersøkelse og forsøk med utrenning fra pumpehus 16/6/97 hadde Fresvik (Hardanger Politikammer), Røvik og undertegnede en fysisk gjennomgang av ovennevnte avløpsforhold 19.6.97. Forsøkene m/konklusjoner er oppsummert i vedlegg 1.

### Beskrivelse

Vi startet ved fiskekummen og inspiserte videre alle kummer og sluk på plassen nord for pumpehus. Det ble kommentert at mange av rørene som var synlige inne i kummene ikke er i bruk lenger. Det beste ville være om vi hadde fjernet/støpt igjen alle disse. Fresvik viste interesse for forholdene knyttet til avløp fra vaskeanleggene for avgassen fra ovn 1 og 2. Disse ble i sin tid satt i forbindelse med episoder med fiskedød rundt 1960. Det var åpenbart at her kunne det ikke være noen forbindelse til fiskekum eller overflatevann fra området.

Vi konsentrerte oss deretter om å følge overflateavrenningen fra plassen nord for pumpehus, rundt hjørnet på motorverkstedet og øst mot Opo (avmerket på vedlagte kartutsnitt).

Vi oppdaget raskt en lett synlig lekkasje på et rør som gikk gjennom kum A (ref. kartutsnitt vedlegg 2). Av nevnte kart fremgår det at kloakken på dette punkt er lagt utenfor kummen. Dette syntes også åpenbart logisk ettersom kjølevannet renner åpent i bunnen av kummen. Av samme grunn gikk ovennevnte lekkasje ut i kjølevann. Vi antok først at dette var et gammelt system som ikke lenger var virksomt. Det ble gjort forsøk med å helle på vann i kum B, og deretter i sluk C (nord for pumpehus). Begge deler viste seg å gi økt utstrømming av vann fra hullet som forårsaket lekkasjen i kum A.

Fresvik spurte hvilken holdning Smelteverket ville innta til dette. Jeg svarte at vi ikke kunne ha noen annen holdning enn at dette i øyeblikket er et løp hvor venturivann fra planet nord for pumpehus kan komme ut i Opo. Vi må gjøre et videre arbeid for å finne ut når denne lekkasjen kan ha oppstått (dette er kommentert nærmere nedenfor). Det ble deretter gjort forsøk med farget vann som klart bekreftet at det er en forbindelse til kjølevannet fra sluk C. Hovedstrømmen av venturivann ut av pumpehus 9.1.96 gikk ned i sluk C.

#### Samling av bevis

Røvik konkluderte med at nevnte forhold straks måtte rapporteres til SFT og utbedres umiddelbart. Fresvik og undertegnede mente at det måtte gå an å vente til 20/6 slik at man fikk den nødvendige tid til å dokumentere forholdet. Etter en diskusjon ble det enighet om å følge Røviks anbefaling. Høyer Odda ble innkalt og forholdet ble utbedret umiddelbart etter at Politiet hadde avsluttet sitt arbeid. Politiet tok hånd om den skadde rørdelen. Dette forgikk utover ettermiddagen og kvelden til ca. kl 21.00.

#### Egne vurderinger og etterfølgende undersøkelser

Det aktuelle rør er ikke inntegnet på den ledningsoversikten vi bruker i dag. Det er imidlertid synlig på originalen at røret har vært inntegnet tidligere. Inntegningen nå viser at røret er lagt utenfor kummen. Med det vi nå vet mener Røvik at det er lite sannsynlig at det finnes noe rør som er lagt utenom kummen, den eneste måten å finne ut av dette på er å grave opp grunnen rundt kummen. Et nærliggende spørsmål er **hvem oppdaterte tegningen slik den foreligger i dag?** To personer kan ha gjort dette: Håkon Rosseland, xx Svåsand (død). Røvik nevnte i denne sammenheng at slike omlegginger er gjort flere andre steder. Han hadde derfor ikke sett noen grunn til å tvile på at terrenget ikke stemte med kartet.

I skrivende stund har jeg ikke sett rørbiten etter at den ble rengjort og fjernet. Ola Johnson hos Høyer Odda gav meg imidlertid en beskrivelse som gikk ut på at det var et ovalt hull like nedenfor den ene skøyten som så ut som det var hugget ut. Fra dette hullets nedre kant hadde røret en langsgående sprekk som var forsøkt lappet med sement.

Jeg snakket umiddelbart etterpå med Åge Langva, Geir Sekse og Bjørn Nilssen (rørleggere). Disse tre ville sannsynligvis ha vært involvert dersom noe arbeid har blitt utført i kum A i løpet av de senere år. Ingen av dem hadde hatt noe med dette å gjøre. Geir Sekse forklarte at det i tidligere tider hadde tillagt den såkalte dagavdelingen (også kalt uteavdelingen) å føre tilsyn med avløp og kloakk. Sekse hadde observert at det flere steder var laget slike hull for å muliggjøre oppstaking av tett kloakk. Disse systemene er ikke lenger i bruk. Sekse la til at den gang dette var gjort eksisterte det ikke noe pumpehus. Risikoen var således begrenset til kloakk kunne komme ut i kjølevann. Det fantes ingen rutine for å dokumentere at slike oppstakingshull ble laget.

**Hvem kan ha laget hullet ?** Arne Mæland (i dag kvalitetssjef) mener at følgende personer kan sitte inne med opplysninger om dette:

Arne Ekkjestøl	tidligere bas dagavdeling
Lars Kambe	tidligere bas dagavdeling
Edvard Nistad	tidligere bas dagavdeling
Ivar Halland	tidligere formann mekanisk verksted

Disse vil bli kontaktet i løpet av de nærmeste dagene.

### Risikovurdering av avløp fra overflate nord for pumpehus

Som et ledd i vårt ordinære miljøarbeid har avløp fra planet nord for pumpehus blitt risikovurdert. Vurderingen ble forelagt SFT under siste kontroll i slutten av mai 1997 (ref. vedlegg 3). Vurderingen var basert på eksisterende tegningsmateriale og konkluderer med at uønsket avrenning går til avskjærende kloakk. Avskjærende kloakk er i utgangspunktet den eneste praktiske måten å håndtere dette på, og må følgelig betegnes som tilfredsstillende. Vi må nok nå bare innrømme at eksisterende tegningsmateriale ikke er et tilstrekkelig underlag for slike vurderinger. Bedriften har vurdert men ikke sett seg råd til å gjennomføre en omfattende kartlegging av avløpsforhold. Dette har sammenheng med den meget vanskelige økonomiske situasjon bedriften har befunnet seg i de senere år. Seksjons- og avdelingsledelse har derfor i praksis ikke hatt noe annet å forholde seg til. Tidlig i 1997 ble det besluttet å gi konsulentselskapet Garman dette oppdraget. De har ennå ikke hatt ledig tid til å utføre oppdraget.

### NIVA's arbeid

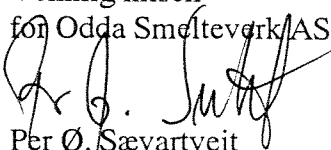
NIVA's mandat har gått ut på å gjøre en vurdering av livsvilkårene for laksefisk i Opo med tanke avløp fra Odda Smelteverk (mulig CN-utslipp, ordinært kjølevann, sigevann fra tipp), kommunal kloakk, landbruksavrenning og avløp fra vaskeri / trykkeri på Hjøllo. Dette arbeidet vil gi en verdifull innsikt og vil følgelig fortsette. NIVA vil motta kopi av dette notat samt annet etterspurt material.

### Tidligere etterforskning

I ettertid er det bare slå fast at Politiets etterforskning opp til nå har konsentrert seg om et avløpsforhold som ikke hadde relevans til saken. Hvis Odda Smelteverk hadde slått seg til ro/akseptert politiets første konklusjon så ville den sannsynlige egentlige årsak fortsatt ikke ha vært avdekket. Politiets fokusering på ristene rundt Smeltehus har utvilsomt bidratt til å forsinke dette arbeidet.

Min umiddelbare reaksjon på det vi fant var at: Det er helt utrolig at vi skulle være de første som fant forholdet nærmere 1,5 år etter fiskedøden. Jeg fremla dette spørsmål i rimelig klartekst til Østby, Tveitnes og Røvik. Helt uavhengig av hverandre gav de alle det svar at de vr helt overbevist om at dette var et forhold som var kontrollert tidligere i etterforskningen, og funnet å være i orden. Alle tre baserer dette på at dette utvilsomt fremstår som den kanskje mest sannsynlig mulighet for sammenblanding av venturivann og kjølevann.

Vi vil i løpet av de nærmeste dagene forsøke å få kontakt med ovennevnte personer med den hensikt bringe på det rene hvordan og når den kjede av omstendigheter som ledet frem til den sannsynlige årsak til fiskedød ble etablert. Undertegnede vil komme tilbake med en oppsummering av dette arbeidet.

Vennlig hilsen  
for Odda Smelteverk AS  
  
Per Ø. Sævartveit  
- øk.dir.-





## **Vedlegg J.**

**BEREGNING AV TEORETISKE CYANIDKONSENTRASJONER**

På bakgrunn av forholdene rundt fiskedød i Opo 9. januar 1996 er det foretatt beregninger av teoretiske cyanidkonsentrasjoner i Opo rett etter at kjølevann er blandet med vann i elva.

Utgangspunktet for beregningene er at ulike situasjoner er vurdert dersom et uhell skjedde slik at venturislam kom over i kjølevannsledning til Opo. De ulike situasjonene er basert på ulike mengder venturislam, cyanidkonsentrasjon i venturislam og utrenningstid. På bakgrunn av dette er det beregnet teoretiske cyanidkonsentrasjoner i elva like etter at kjølevannet er blandet med vann i elva. Det er ikke gjort forsøk på beregning av cyanidkonsentrasjoner i Ivarshølen og lengre ned i elva som følge at ytterligere fortykning.

**Grunnlagsdata:**

Vannføring, Opo:	1200 m <sup>3</sup> /s (4320 m <sup>3</sup> /h)	Rådgivende Biologer, Rapp. 217.
Kjølevann til Opo:	192 m <sup>3</sup> /s (690 m <sup>3</sup> /h)	Info. fra Odda Smelteverk AS
Faststoffinnhold, venturislam: ca. 3 g/l		Venturislam, 11.01.96, rapp. 217.

**Estimerte data:**

Mengde venturislam potensielt til kjølevannsledning:	0 - 6,1 l/s
Utrenningstid til kjølevannsledning:	10 - 30 minutter
Cyanidkonsentrasjon, venturislam	80 - 150 mg/l
Mengde venturislam	0,5 - 10 m <sup>3</sup>

Tabellen på side 2 gir estimerte konsentrasjoner av cyanid i Opo like nedenfor kjølevannsledningen ved ulike scenarier m.h.p. mengde slam, cyanidkonsentrasjon i venturislam og utrenningstid. De estimerte konsentrasjonene varierer sterkt avhengig av mengde slam, konsentrasjon og utrenningstid. Mengde slam ser ut til å ha størst betydning for hvilken konsentrasjon som er «mest riktig», mens cyanidkonsentrasjon i slammet har minst betydning i det intervallet som er benyttet.

Beregnet cyanidkonsentrasjon i elva varierer fra:

16 µg/l	(80 mg/l, 30 min, 0,5 m <sup>3</sup> slam) til
657 µg/l	(150 mg/l, 10 min, 3,66 m <sup>3</sup> = 6,1 l/s)

En estimert slammengde på 10 m<sup>3</sup> er også benyttet i beregningene for å illustrere hvilke resultater man ville hatt med større mengder slam ville gitt i de ulike situasjonene. 10 m<sup>3</sup> slam i 10 min og CN-konsentrasjon på 150 mg/l gir konsentrasjon på 1796 µg/l.

J. Kyrkjeeide  
13.06.97

## **Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00  
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,  
oppgi løpenummer 3704-97

ISBN 82-577-3270-2