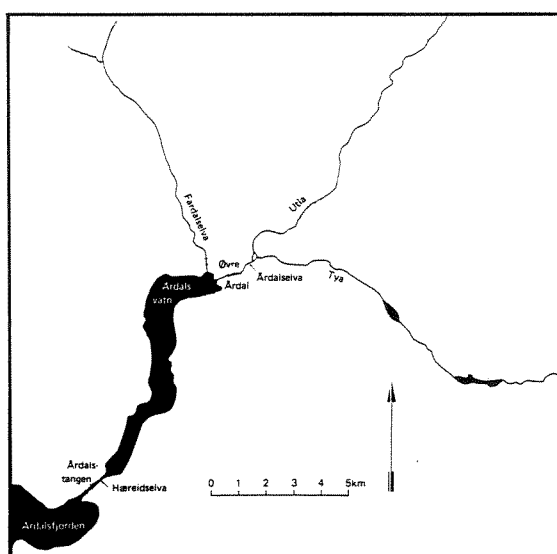


O-92183

# Redusert vannføring i Årdalselva ved flytting av Tya kraftverk.

Konsekvenser for forurensningssituasjonen.



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.: O-92183	Undernr.:
Løpenr.: 2815	Begr. distrib.:

<b>Hovedkontor</b> Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47 2) 18 51 00 Telefax (47 2) 18 52 00	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 76 653	<b>Vestlandsavdelingen</b> Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47 5) 32 56 40 Telefax (47 5) 32 88 33	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b> Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: Redusert vannføring i Årdalselva ved flytting av Tya kraftverk. Konsekvenser for forurensningssituasjonen.	Dato: 1.12.1992	Trykket: NIVA 1992
	Faggruppe: Industri	
Forfatter(e): Magne Grande Eigil Rune Iversen	Geografisk område: Sogn og Fjordane	
	Antall sider: 26	Opplag:
Oppdragsgiver: Hydro Aluminium, Årdal Verk	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):	

## Ekstrakt:

På grunnlag av nye og tidligere innsamlete data om utslipp til, og vannkvalitet og biologiske forhold i Årdalsvassdraget er det gitt en vurdering av konsekvenser av redusert vannføring for forurensningssituasjonen i Årdalselva. De foreliggende data gir ikke grunn til å tro at konsentrasjonene av forurensningskomponenter blir så høye at de vil skape vesentlige ulemper for fiske og rekreasjonsmessige forhold.

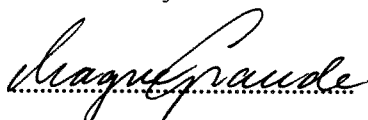
4 emneord, norske

1. Konsekvensanalyse
2. Vassdragsregulering
3. Forurensning
4. Aluminiumsindustri

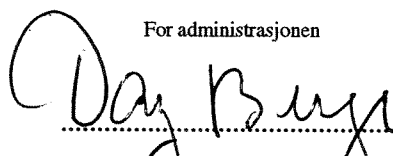
4 emneord, engelske

1. Effect evaluations
2. Water course regulations
3. Pollution
4. Aluminium industry

Prosjektleder

  
Magne Grande

For administrasjonen

  
Dag Berge

ISBN 82-577-2219-7

Norsk institutt for vannforskning

**O-92183**

**Redusert vannføring i Årdalselva  
ved flytting av Tya kraftverk.  
Konsekvenser for forurensnings situasjonen**

Oslo, 30. november 1992

Prosjektleder: Magne Grande  
Medarbeider: Eigil Rune Iversen

# INNHold

1. Sammendrag .....	3
2. Innledning .....	4
3. Vassdrag og brukerinteresser .....	5
4. Målsetting, problemstilling og arbeidsopplegg .....	6
5. Forurensningssituasjonen .....	7
5.1 Vassdraget .....	7
5.2 Industriutslipp .....	16
6. Forurensninger ved redusert vannføring .....	21
6.1 Materialtransport fra tipp .....	21
6.2 Konsentrasjonsnivåer .....	21
6.3 Effekter .....	22
7 Litteratur .....	25

# 1. Sammendrag

Formålet med undersøkelsen har vært å vurdere konsekvenser for forurensningssituasjonen ved redusert vannføring i Årdalselva etter flytting av kraftverk. I den forbindelse er det foretatt en gjennomgang, oppsummering og vurdering av resultater fra tidligere undersøkelser av vannkvalitet og forurensninger i Årdalsvassdraget. I oktober 1992 ble det også samlet inn og foretatt analyser av vannprøver og biologisk materiale fra Tya, Utlå og Årdalselva.

Kraftverket skal flyttes fra den nåværende beliggenhet med utløp i Tya til ny plassering med utløp i Årdalsvatnet. Utløpet fra kraftverket har en gjennomsnittlig vannføring over året på 16 m<sup>3</sup>/sek. Ca 300 m av Tya og 2 km av Årdalselva vil få sterkt redusert vannføring. Tya vil bare få lokalt tilsig og bli redusert til en bekk, mens Årdalselva vil få en årlig middelvannføring på ca 18 m<sup>3</sup>/sek i middel som er ca 1/2 av den nåværende. Forurensninger til denne del av vassdraget kommer først og fremst fra Årdal Verk's industriområde i Øvre Årdal. I denne forbindelse er først og fremst tilførslene fra et deponi gjenstand for vurdering.

Økt forurensning ved redusert vannføring vil først og fremst kunne få negative konsekvenser for fisket i Årdalselva og forårsake estetiske ulemper i forbindelse med rekreasjon og ferdsel langs den ca 2 km lange elvestrekningen. I Tya blir vannføringen så liten at dette i seg selv vil gjøre den verdiløs som fiskeelv.

Siden midten av 1950 årene er det ved gjentatte undersøkelser ikke påvist høye konsentrasjoner av forurensningskomponenter eller vesentlig skadelige effekter på biologiske forhold i Årdalsvassdraget.

Beregninger av foreliggende utslipps- og avrenningsdata fra Årdal Verk's industriområde tyder heller ikke på at konsentrasjonsnivåene av de antatt mest betydningsfulle forurensningskomponenter blir særlig høye i Årdalselva. Det antas her at det neppe vil oppstå negative forurensningsvirkninger av betydning hverken på fiske eller rekreasjonsmessige forhold ved redusert vannføring og under normale utslipps- og avrenningsforhold. På grunn av reduserte fortynningsmuligheter vil imidlertid elveavsnittet være mer følsomt ved større tilfeldige utslipp i forbindelse med uhell etc. I den forbindelse bør sikkerhets- og kontrollrutiner innskjerpes.

Det skal understrekes at det foreliggende datamateriale er lite med henblikk på å vurdere den foreliggende problemstilling. Spesielt er det ønskelig med nærmere undersøkelser av avrenning fra deponiet på industriområdet i Øvre Årdal. Vi foreslår at det utføres ytterligere undersøkelser av denne avrenning både når det gjelder materialtransport og spredningsveier.

Avløpsvannets kjemiske sammensetning er meget spesiell. For å styrke utsagnskraften når det gjelder å vurdere mulige toksiske effekter, foreslås det å utføre toksisitetstester på fisk i laboratorieskala med den aktuelle sigevannstypen innblandet i vann fra Tya/Utlå.

## 2. Innledning

I oktober 1992 ble NIVA anmodet av Hydro Aluminium A/S, Årdal Verk, om å utføre en konsekvensanalyse i forbindelse med en flytting av Tya kraftverk ned til Årdalsvatnet. Flyttingen vil medføre redusert vannføring og dermed økte konsentrasjoner av mulige forurensninger i Årdalselva. Av spesiell interesse var avrenningen fra et deponi på bedriftens område ved det nåværende utløp fra kraftverket. Konsekvensanalysen skulle være ferdig innen 1.12. 1992.

I dagene 19. og 20. oktober ble det gjennomført et møte ved bedriften i Årdal og en befarings med innsamling av vannprøver og biologisk materiale i Årdalselva, Ulla og Tya. Fra NIVA deltok Magne Grande, mens Eirik Hove og Steinar Frosta representerte bedriften. På grunnlag av dette ble det i brev av 26.10. fra NIVA gitt en kostnadsoversikt for gjennomføring av arbeidet.

Arbeidet med den foreliggende rapport har vært gjennomført innenfor en kort periode og er for størstedelen basert på tidligere undersøkelser med tildels et annet siktemål. Konklusjonene blir derfor noe usikre og ytterligere undersøkelser bl.a. av deponiets betydning for forurensningstilførslene er ønskelige. Arbeidet ved NIVA er utført av Eigil Rune Iversen og Magne Grande. Eirik Hove har vært bedriftens saksbehandler og har bidratt med opplysninger om nedbør- og vannføringsforhold samt utslipp og avrenning fra industriområdet i Øvre Årdal.

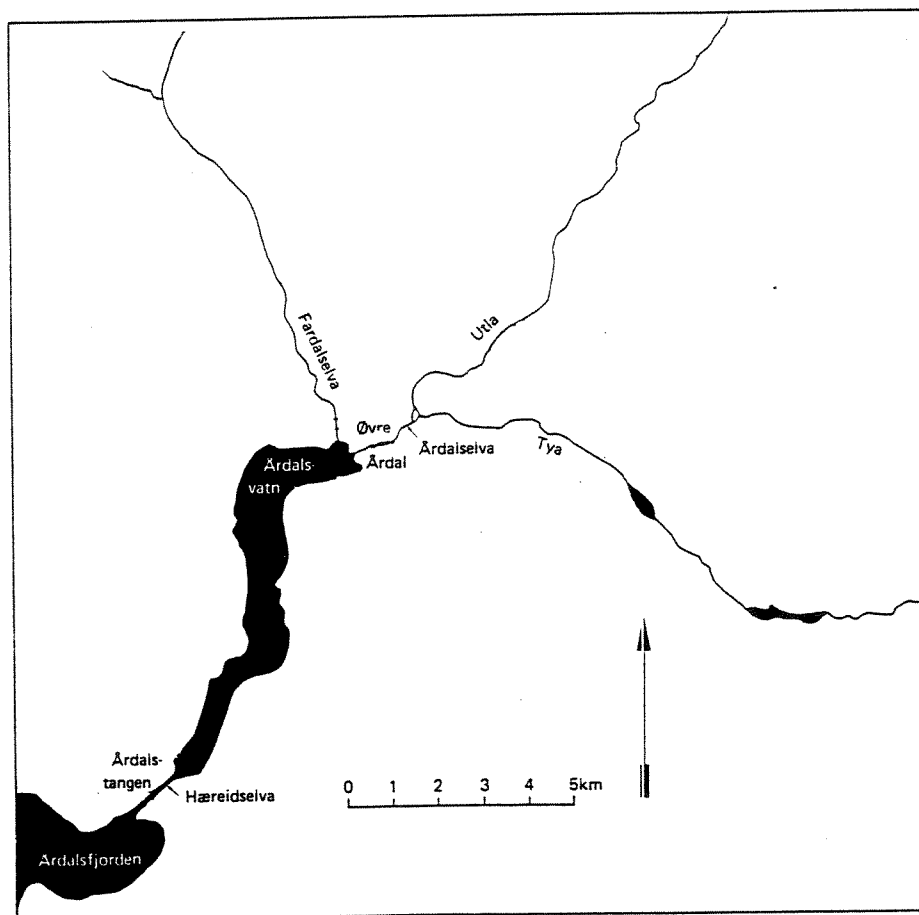


Fig. 1 Årdalsvassdraget

### 3. Vassdrag og brukerinteresser

Årdalsvassdraget har et nedbørfelt på 965 km<sup>2</sup> og ligger for størsteparten i Sogn og Fjordane fylke med en liten del i Oppland fylke. Den vesentlige delen av nedbørfeltet består av høyfjell. Berggrunnen består for en vesentlig del av tungt oppløselige basiske dypbergarter. Noe sparagnitt (feltspat-førende sandstein) og kambrosilurisk fyllitt finnes imidlertid også. I mesteparten av nedbørfeltet er det lite løsavsetninger. Vegetasjonen er preget av bjørkeskog opp til en høyde av ca 900 m. De høyereliggende deler av nedbørfeltet består av flere store breområder og mange vatn og innsjøer. Av disse er Tyin på ca 30 km<sup>2</sup> den største. Nederst ligger Årdalsvatnet med et areal på 7,2 km<sup>2</sup>. Det ligger 4 m over havet og har avløp gjennom den ca 1,5 km lange Hæreidselva til Årdalsfjorden. De største tilløpselvene til Årdalsvatnet er Tya, Utle og Fardalselva. Tya og Utle løper sammen i Øvre Årdal og den ca 1,8 km lange elvestrekningen nedenfor kalles Årdalselva.

Vassdraget er betydelig regulert. Tyin er hovedmagasin for Tyin kraftverk og har en reguleringshøyde på ca 10 m (1083-1073 m o.h.). Hit føres vann fra de øvre delene av Utle's nedbørfelt (97,5 km<sup>2</sup>), og vannet renner unyttet ned til Torolmen (1050 m o.h.) som er inntaksbasseng for kraftverket. Vannet ledes videre via fordelingsbasseng og tunnel til Tyin kraftstasjon i øvre Årdal. Denne har utløp til Tya. Kraftverket utnytter også endel felter på begge sider av Tya. Kraftverkets brutto fallhøyde er ca 1008 m.

Tya ovenfor utløpet av kraftverket i Øvre Årdal har nå bare lokalt tilsig og har vannføring som en bekk i et delvis tørrlagt elveleie. På en strekning av ca 400 m innenfor Årdal Verk's industriområde renner den langs verkets gamle avfallsdeponi. Nedenfor utløpet fra kraftverket har Tya en årlig middelvannføring på 16 m<sup>3</sup>/sek før det etter ca 300 m munner ut i Utle. Utle som har redusert vannføring på grunn av overføringer til Tyinvassdraget har en middelvannføring på ca 18 m<sup>3</sup>/sek ovenfor samløpet med Tya. Årdalselva får da en middelvannføring på ca 34 m<sup>3</sup>/sek, mens Hæreidselva's middelvannføring er 45 m<sup>3</sup>/sek.

Foruten at vassdraget er regulert, benyttes dette også som drikkevann, resipient for industri og husholdningskloakk samt fiske og rekreasjon.

Øvre Årdal får sin vannforsyning fra Tya ved kraftstasjonen. Årdalstangen forsynes med vann fra grunnvannet i løsmassene på nordvestsiden av Hæreidselva. Årdalsvatnet benyttes som reservevannkilde og som vannkilde for Hydro Aluminiums anlegg på Årdalstangen.

Kloakkvannet fra tettbebyggelsen med ca 4000 mennesker i Øvre Årdal passerer et renseanlegg (nytt 1990) med utløp i Årdalsvatnet. Hydro Aluminium har noe utslipp av prosessavløpsvann, kjølevann samt sigevann fra deponi som tilføres Tya og Årdalselva. Avløp fra Årdalstangen slippes ut i Årdalsfjorden og berører ikke vassdraget. Forøvrig tilføres vassdraget noe avløpsvann og tilsig fra hoteller og hytteområder i Tyinområdet. Årdalsvassdraget har en meget god bestand av sjøaure og noe laks. Laks og sjøaure går til Skårhølen i Utle. I løpet av de siste 10 år har utbyttet variert mellom 105-1070 kg ifølge den offisielle statistikk. Mest av dette er sjøaure.

## 4. Målsetting, problemstilling og arbeidsopplegg

Formålet med denne undersøkelsen er å innhente og vurdere opplysninger som kan belyse konsekvenser for forurensningssituasjonen i Årdalsvassdraget ved flytting av Tya kraftverk. Kraftverket skal flyttes slik at utløpet blir i østenden av Årdalsvatnet. Ved dette får en ca 15 m større fallhøyde. Ved dette tiltaket vil Tya fra utløpet av dagens kraftverk og ned til samløpet med Utle bare få vann som kommer fra lokale tilsig og utslipp fra industriområdet. Dette vil være litt mer enn det som i dag er i Tya ovenfor kraftverksutløpet.

Årdalselva, dvs. elva fra samløpet mellom Tya og Utle og ned til Årdalsvatnet, en strekning på ca 2 km, vil få en middelvannføring som er ca 1/2 av dagens (34 m<sup>3</sup>/sek). Det vil i praksis si den samme vannføring som Utle har i dag ovenfor samløpet med Tya med et lite lokalt tilsig fra Tya og industriområdet. Dette vil medføre at forurensningsbelastningen i middel blir ca 2 ganger så høy som dagens om ikke spesielle tiltak iverksettes.

I Årdalsvatnet og Hæreidselva blir utskiftnings- og vannføringsforhold omtrent som før og forurensningssituasjonen sannsynligvis nærmest uendret. I denne rapporten vil derfor bare konsekvensene for Tya og Årdalselva bli vurdert.

På grunn av den korte tidsrammen for dette arbeidet har det ikke vært mulig å foreta spesielle undersøkelser på stedet av noe omfang for å studere den spesielle problemstilling som her foreligger. Det er imidlertid foretatt en rekke tidligere undersøkelser i vassdraget som kan danne et grunnlag for en vurdering av konsekvensene ved inngrepet. I det følgende vil deler av disse undersøkelsene bli trukket fram og danne basis for belysningen av den aktuelle problemstilling.



## 5. Forurensningssituasjonen

### 5.1 Vassdraget

#### Perioden 1948-57

Årdal Verk startet sin produksjon av aluminium i 1948. Allerede i 1951 ble det funnet atskillig død fisk i vassdraget og det ble i 1952 og 1953 praktisk talt ikke tatt fisk i Hæreidselva og Årdalsvatnet (Rosseland, 1957). På grunnlag av de undersøkelser som da ble foretatt ble det antatt at årsaken var forurensning av gassvaskevann fra Årdal Verk. Det ble påvist høye fluorkonsentrasjoner i vannet fra vasketårnene, men en antok at det måtte være andre stoffer som drepte fisken. Utvasking av avgasser ble påbegynt i 1951 og det forurensede vannet ble sluppet direkte ut i elva. Senere ble rensemetoden lagt om og fra 1954 og utover begynte fisken igjen å vise seg i vassdraget nedenfor Årdal Verk. Rosseland (1957) forteller at mens han praktisk talt ikke fant eller observerte hverken yngel eller større fisk i Hæreidselva og Årdalselva ved sine befaringer i 1953 og 1954 var det i 1957 småfisk på de samme steder om enn i små mengder.

#### Perioden 1970-74

Årdal Verk's reguleringer av vassdraget førte til virkninger overfor fisket som ble gjenstand for skjønn. I den anledning ble det gjennomført flere biologiske undersøkelser (Vasshaug, 1971, 1974 og Grande, 1971a, 1971b, 1972 og 1974). Det ble tatt prøver av bunndyr (tabell 1) og vegetasjon (tabell 2) i Utle og Årdalselva samt fisk i Årdalselva og Hæreidselva. Disse undersøkelsene viste ingen skadelige effekter hverken overfor fisk, bunndyr eller vegetasjon i Årdalselva etter perioden med utslipp av vaskevann i 1951-53. De kjemiske analysene viste akseptable verdier for de parametre som kunne tenkes å være av betydning ved eventuelle skadevirkninger. Fluorinnholdet, som dengang var mest i søkelyset, oversteg ikke 0,1 mg/l i noen tilfelle (tabell 3). Et unntak var kobber som viste noe forhøyede verdier (15-20 µg/l). En må imidlertid stille et spørsmålstegn ved analyseresultatene for metaller på disse nivåer fra denne tiden. Resultatene viste heller ingen entydig økning i verdiene i Årdalselva nedenfor Årdal Verk i forhold til i Utle ovenfor industriområdet

I 1969-1970 ble det også foretatt undersøkelser av Årdalsvatnet med henblikk på å vurdere resipient- og drikkevannsforhold (Kristiansen, 1971). Analyseresultatene av fysisk/kjemiske forhold viste heller ikke forhold som kunne tyde på noen vesentlig forurensning fra Øvre Årdal.

**Tabell 1.** Bunndyr fra Årdalsvassdraget, 24. august 1971. Vannhåv (maskevidde 0,25 mm). Tid ikke spesifisert.

1. Utle ca 200 m ovenfor samløp med Tya
2. Årdalselva på sydsiden av elva ved fylling
3. Hæreidselva

Gruppe	1	2	3
Fåbørsteormer			1
Snegl			1
Vannmidd	28	9	17
Steinfluer	7	2	
Døgnfluer	8	1	1
Vårfluer	1		2
Fjærmygg	8	15	72
Tovinger, div.	1		1

**Tabell 2.** Alger og moser i Årdalsvassdraget 26. august 1971.  
 + = forekommer, 1 = sjelden, 2 = sparsom, 3 = vanlig, 4 = hyppig, 5 = dominant.

	Ulla	Årdalselva ved utløp i Årdalsvatn	Hæreids- elva
<b>CYANOPHYCEAE</b>			
Ubest. trådf. blågrønnalger		2	1
<b>CHLOROPHYCEAE</b>			
Closterium Nitzsch sp.		+	
Cosmarium Corda sp.	+		
Cosmarium subcostatum Nordst.		+	+
Microspora Thuret sp.	+		
Mougeotia Agardh sp.	+	1	+
Penium polymorphum Perty	1	1	
Staurastrum Link sp.		1	
Ulothrix Kütz. sp.		2	1
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>			
Achnanthes microcephala Kütz.	+		
Cymbella Agardh spp.	+	1	
Cymbella turgida (Greg.) Cleve		+	+
Eunotia arcus Ehr.	+	1	+
Fragilaria cf. capucina Desmaz	+		
Fragilaria Lyngb. sp.		1	+
Gomphonema abbreviatum Kütz.		1	1
Gomphonema Agardh. spp.	1		
Pinnularia Ehr. spp.		+	
Synedra rumpens Kütz.		1	
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.		+	1
Tabellarria flocculosa (Roth.) Kütz.	2-3	3	2
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
Dinobryon sertularia Ehr.		+	
Hydrurus foetidus (vill.) Trev.	2-3	3-4	3-4
<b>BRYOPHYTA</b>			
Hygrohypnum ochraceum (Turn.) Loeke		2	4
Rhacomitrium aciculare (4.) Brid.	3		

**Tabell 3.** Fysisk/kjemiske analyseresultater fra Årdalsvassdraget, 1970-1972.  
 Prøvetakingsdatoer: 14.10.1970, 26.8. og 17.11. 1971 og 25.4.1972.  
 Middelerverdi.  
 \* Prøver av kobber og sink bare fra 26.8. 1971.

Lokalitet	pH	Ledn.evne µS/cm	Permanganat tall mg O/l	Hårdhet mg CaO/l	Fluor mg/l	Kobber µg/l	Sink µg/l
Tya, v/utløp fra kraftstasj.	6,6	9,5	0,5	2,5	<0,1	20	<10
Utle v/Vollidal	6,6	18,9	0,8	5,2	<0,1	15	<10
Årdalselva v/innløp i Årdalsv.	6,9	13,4	0,5	3,0	<0,1	10	15
Hæreidselva v/utløp fra Årdalsv.	6,5	12,5	0,7	2,8	<0,1	<10	<10

### Perioden 1983-1990

I perioden 1983-1984 ble det foretatt nye undersøkelser av NIVA i Årdalsvassdraget (Lingsten og medarb. 1986). Formålet med undersøkelsene var å påvise eventuelle forurensninger i Årdalsvassdraget og foreslå tiltak som kunne forbedre situasjonen.

Undersøkelsene viste bl.a. følgende for Utle, Årdalselva og Årdalsvatnet:

Sitat:

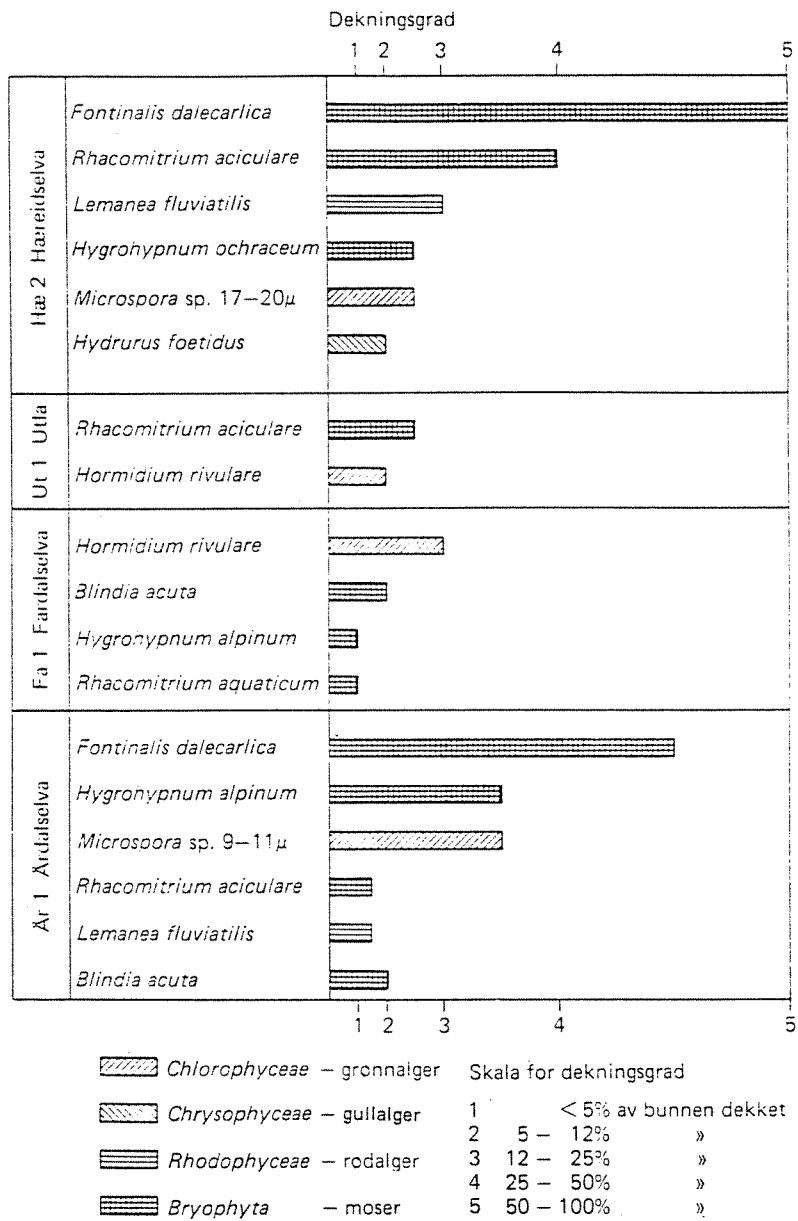
- Tungmetallkonsentrasjonene i Årdalsvatn var lave og vannets innhold av aluminium var på et forventet lavt nivå. Også fluoridkonsentrasjonene var lave og i samme størrelsesorden som ved tidligere undersøkelser.
- Tungmetallinnholdet i vannmoser i Utle og Årdalselva viste at sink, bly, kadmium og kvikksølv forekom i lave konsentrasjoner mens kobber lå 3-5 ganger høyere enn det som fins i upåvirkede vassdrag (tabell 4). Dette skyldes sannsynligvis kobbermineraler i nedbørfeltet. I første halvpart av 18. århundre var det gruvevirksomhet i Grøndalsfjellet - Gruvefjellet, som har avrenning til Fardalen og Seimsdalen.
- Det var gjennomgående lave konsentrasjoner av fluor og aluminium i vann, men fluoridinnholdet i vannmoser kan indikere at Årdalselva og Hæreidselva var noe påvirket av fluorutslipp.
- Vannmosens innhold av PAH viste 3 ganger høyere verdier enn i en referanseprøve. Dette kan tyde på at PAH-utslippene fra aluminiumverket i Øvre Årdal påvirker ferskvannsforkomstene, men i beskjeden grad.
- Tilløpselvene til Årdalsvatn og Hæreidselva er næringsfattige med lave konsentrasjoner av fosfor og nitrogen.
- Det analyserte begroingsmaterialet (alger og moser) fra de undersøkte elvene viste at vannmassene i tilløpselvene var rene og relativt upåvirkede med hensyn til forurensninger. Hæreidselva hadde en kraftigere begroing enn tilløpselvene, men det var ikke noen elementer i begroingen som tydet på forurensende påvirkning av betydning (fig. 2).
- Elvene var svakt sure og bufferkapasiteten var lav. Det ser ikke ut til at Årdalsvassdraget er uheldig influert av sur nedbør (tabell 5).

Sitat slutt

**Tabell 4**

Konsentrasjoner av tungemetter i Fontinalis i Hæreidselva og Årdalselva 1983-1984. Tallene angir mg/kg tørrvekt.

		Kobber PPM	Sink PPM	Bly PPM	Kadmium PPM	Kvikksølv PPM
Årdalselva	9/9-83	83	34	20	0,2	0,07
"	6/10-83	79	39	18	0,2	0,07
"	8/5-84	116	67	59	0,3	0,06
"	17/9-84	115	60	30	0,2	< 0,05
Hæreidselva	6/9-83	64	54	16	0,5	0,08
"	6/10-83	76	66	14	0,5	0,12
"	9/5-84	81	65	28	0,3	0,07
"	17/9-84	68	71	22	0,4	< 0,05



Figur 2

Dekningsgrad for en del begroingsselementer i Årdalsvassdraget 21. august 1984.

**Tabell 5.** Fysisk/kjemiske analyseresultater fra Utle og Årdalselva, mai-september 1983 (N=4).  
Middelverdier.

	pH	Kond. mS/m	Alk. mekv./l	Turb FTU	Farge (filtr) mg Pt/l
Utle	6,4	1,2	0,051	1,6	2,9
Årdalselva	6,3	1,1	0,047	1,1	2,0

	Kadmium mg Ca/l	Kalium mg K/l	Natrium mg Na/l	Magnesium mg Mg/l	Klorid mg Cl/l	Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l
Utle	1,1	0,11	0,29	0,14	0,2	2,6
Årdalselva	0,88	0,12	0,38	0,14	0,3	2,2

	Aluminium µg Al/l	Fluorid mg F/l
Utle	52	<0,1
Årdalselva	38	<0,1

I 1990 ble det påny foretatt undersøkelser i Årdalsvassdraget. Formålet var denne gang å konstatere eventuelle endringer i Årdalsvatnets vannkvalitet i forbindelse med minst et års utslipp av urensset avløpsvann fra det kommunale rensanlegg i Øvre Årdal.

Resultatene viste at en ikke kunne se noen nevneverdige endringer i fysisk-kjemiske forhold.

Undersøkelsen av planteplankton viste et nivå for totalvolum og sammensetning av planteplanktongrupper og -arter som er karakteristiske for næringsfattige (oligotrofe eller ultraoligotrofe) vannmasser. Det hadde ikke skjedd endringer i perioden 1984-1990.

Som konklusjon på samtlige undersøkelser i perioden 1970-1990 kan en hevde at det ikke noen gang er påvist forhold hverken når det gjelder vannkvalitet eller biologi som tilsier at det foreligger gifteffekter fra industriforurensninger i vassdraget.

### Undersøkelser 1992

Under befaringen 19.-20. november 1992 ble det tatt vannprøver og samlet inn biologisk materiale i den del av vassdraget som vil bli berørt av kraftverksomleggingen.

Resultatene av disse er vist i tabell 6.

**Tabell 6.** Fysisk/kjemiske analyseresultater fra Årdalsvassdraget, 19.-20.10. 1992  
 St. 1 = Tya ca 50 m ovenfor utløp av kraftstasjon  
 St. 2 = Tya ca 50 m ovenfor samløp med Utla  
 St. 3 = Utla ca 100 m ovenfor samløp med Tya  
 St. 4 = Årdalselva sydside ved idrettsbane.

Parameter	Lokalitet			
	1	2	3	4
pH	6,5	6,2	6,5	6,4
Konduktivitet, mS/m	2,4	0,90	2,0	1,1
TOC, mg C/l	1,0	0,23	0,31	0,35
Ammonium, NH <sub>4</sub> , µg N/l	11	9	6	6
Total nitrogen, µg N/l	197	182	126	116
Total fosfor µg P/l	1	1	1	6
Kalsium, mg Ca/l	1,5	0,68	2,1	0,82
Magnesium, mg Mg/l	0,32	0,15	0,32	0,18
Natrium, mg Na/l	2,4	0,45	0,72	0,74
Kalium, mg K/l	0,25	0,11	0,22	0,14
Kobber, µg Cu/l	1,7	0,7	1,1	1,0
Aluminium, µg Al/l	120	50	160	45
Fluor, mg F/l	0,71	<0,1	<0,1	0,11

**Tabell 7.** Tungmetaller i mosen *Fontinalis dalecarlica* i Utla og Årdalselva, 19.10. 1992.  
 Tallene angir mg/kg tørrvekt.

	Kobber	Sink	Bly	Kadmium	Nikkel	Molybden	Kobolt
Utla	58	28	4,2	0,63			2,4
Årdalselva	72	46	9,6	0,59			9,6

De fysisk/kjemiske analyseresultatene (tabell 6) viser at vannet på alle lokaliteter er svakt surt, har et lavt innhold av salter og organisk stoff. Det høyeste saltinnhold og organiske stoff finnes i Tya ovenfor utløpet fra kraftverket. Dette kommer utvilsomt av at vannet her bare har lokalt tilsig fra et område som naturlig avgir mer stoffer til vannet. Fosforverdiene er høyere i Årdalselva (6 µg/l) enn på de tre ovenforliggende lokaliteter. Dette kan skyldes utslipp og tilsig fra industriområdet. En skal imidlertid være forsiktig med å legge for mye vekt på en enkelt verdi. 6 µg P/l er i alle tilfelle ikke spesielt høyt. Utla har et høyere saltinnhold enn Tya nedenfor utløpet av kraftverket. Vannet fra Tya's nedbørfelt må sies å være ekstremt saltfattig (ultraoligotroft). Analyseresultatene fra 1992 viser bare små eller ingen forskjeller i forhold til tidligere resultater. I 1972 ble det funnet vesentlig høyere verdier for kobber, men dette skyldes analysetekniske forhold. Selv om analyseteknikken er vesentlig forbedret siden den gang er det ennå en viss analyseusikkerhet på de lavere nivåer det her er snakk om (< 1 µg/l).

Analysene av tungmetaller i moser (tabell 7) gir en mulighet for å påvise om belastningen av metaller er høyere enn bakgrunnsnivået. Mosene akkumulerer nemlig metaller og konsentrasjonene kan gi et integrert mål for konsentrasjonene i vannet i det aktuelle området (Lingsten, 1984). Resultatene for sink, bly og kadmium ligger nær bakgrunnsnivået ifølge de data som finnes. Kobberverdiene var ca 3 ganger over antatt naturlig bakgrunnsverdi, men forskjellen mellom Utla og Årdalselva var liten. Det



samme gjaldt også for kobolt. Verdiene er i samme størrelsesorden som de som ble funnet i 1983-1984 (tabell 4).

**Tabell 8.** Bunndyr fra Årdalsvassdraget, 19.10. 1992. Vannhåv 250 µm, 3x1 min.

St. 1 = Tya ca 50 m ovenfor utløp av kraftstasjon

St. 2 = Tya ca 50 m ovenfor samløp med Ulla

St. 3 = Ulla ca 100 m ovenfor samløp med Tya

St. 4 = Årdalselva sydside ved idrettsbane.

Dyregruppe	Lokalitet			
	1	2	3	4
Børstemark		70	10	30
Rundmark				40
Midd	10	10		60
Døgnfluer	1010	130	310	280
Steinfluer	40	40	150	30
Vårfluer	60	50	20	
Fjærmygg	70	190	180	640
Knott	690	20	40	.
Biller			10	
Sum	1880	510	720	1080
Antall arter	7	7	7	6

Bunndyrprøvene viste normale sammensetninger av dyr på alle lokaliteter (tabell 8). Størst dyremengde og flest arter ble funnet i Tya. Dette skyldes sannsynligvis at vannet her er mer saltholdig, har et høyere innhold av organisk stoff og kanskje også gunstigere temperaturforhold enn de øvrige lokaliteter. Døgnfluene (*Baetis* sp. m.fl.) var rikt representert på alle lokalitetene og forekom sammen med fjærmyggene i størst antall. Steinfluer og vårfluer ble funnet på alle lokaliteter bortsett fra i Årdalselva hvor vårfluene manglet. Dette var også tilfelle ved befaringen i 1972 (tabell 1). Sammenlikningen med resultatene dengang er imidlertid vanskelig fordi prøvetakingsteknikken da var en annen.

Som konklusjon på undersøkelsene i 1992 kan det fastslås at det i likhet med tidligere undersøkelser ikke er påvist vesentlig forhøyede konsentrasjoner av miljøgifter eller andel forurensede stoffer i Årdalsvassdraget. Heller ikke er det påvist effekter på biologiske forhold (bunndyr, begroing) som kan skyldes forurensninger.

## 5.2 Industriutslipp

I perioden 9.-24. april 1991 gjennomførte NIVA undersøkelser av utslipp til Tya og Årdalselva fra Årdal Verk's anlegg i Øvre Årdal. Det ble også tatt prøver av Tya og Årdalselva (Iversen, 1991).

Fra industriområdet i Øvre Årdal er det (1991) en rekke enkeltkilder som fører til vassdraget. De viktigste avløpene er markert i fig. 3.

Fra sammendraget i rapporten siteres følgende:

"Ved metallverket i Øvre Årdal er de betydeligste utslipp i forurensningssammenheng samlet i verkets hovedkloakk (ved nedre verksport). Viktigste komponenter i hovedkloakken var fluorid, aluminium og av og til noe olje. Kontinuerlige konduktivitetmålinger avdekket en del variasjoner som trolig har sammenheng med utslipp av kalsium og fluorid, noe som bør følges opp senere, eventuelt etter montering av permanent overvåkingsutstyr i hovedkloakken. De øvrige utslipp i Øvre Årdal er av mindre betydning i forurensningsmessig sammenheng og består stort sett av kjølevann. Det ble påvist et visst tap av kryolitt i løpet av sotkryolittanlegget, noe som ble rettet på i prøvetakingsperioden. Dette avløpet inneholder en del aluminium og fluorid, men væskemengdene er beskjedne slik at materialtransporten derved også blir liten.

**Tabell 9** Analyser fra grunnvannsbrønner ved avfallstipp Øvre Årdal 1991. (Iversen, 1991).

### A Grunnvannsbrønn PB4

Dato	Vannst. m	pH	Kond mS/m	Al µg/l	As µg/l	Co µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mo µg/l	Ni µg/l	V µg/l	CN-tot mg/l	CN-fri mg/l	F mg/l	TOT-N mg/l
16.12.88	9.5											29.0	0.05		
02.04.89				3	500	42	12900	25200	740.0	195.0	4800	67.0		1680	172.0
10.11.89				58400	1310	99	8150	19100	280.0	640.0	10450	28.0	0.83	130	43.2
11.05.90	8.4			24800	673	90	4200	9500	56.3	188.0	585	23.8	0.12	1320	67.1
18.04.91	9.4	10.4	889	6	250	35	2030	9530	22.0	73.3	2830	17.2	0.30	1460	89.6

### B Grunnvannsbrønn PB5

Dato	Vannst. m	pH	Kond mS/m	Al µg/l	As µg/l	Co µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mo µg/l	Ni µg/l	V µg/l	CN-tot mg/l	CN-fri mg/l	F mg/l	TOT-N mg/l
16.12.88	13.7											12.0	0.05		
02.04.89				5830	50	11	47	2920	14	3	340	9.0		197	24.0
10.11.89				9440	52	15	80	8050	28	13	109	16.0	0.06	1370	4.1
11.05.90	12.2			15600	125	16	160	10600	25	9	25	30.0	0.01	297	27.6
18.04.91	14.0	10.04	260	13430	105	19	4	9880	20	8	74	11.6	0.10	130	164.0

Tabell 10 Døgnblandprøver fra hovedkloakk til Årdalselva (ved nedre verksport, A4), april 1991. Vannmengde 5800 m<sup>3</sup>/døgn = 0,067 m<sup>3</sup>/sek.

Døgn nr.	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	F mg/l	NO <sub>3</sub> µg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	TOC mg/l	TOT-N µg/l	TOT-P µg/l	Al µg/l	Cu µg/l	Mo µg/l	V µg/l	Co µg/l	Ni µg/l	As µg/l	CN-T mg/l	Volum kbm.	Tidsrom
1	5.29	4.49	7.2	2.5	2.52	185	2.14	1.96	1.37	0.22	1.2	312	15	305	9.0	<5	<5	<5	<5	2.2		7268	12/4 1130 -13/4 0940
2	5.82	5.08	8.4	3.60	3.60		2.54				2.1	777	5	793	7.0	<5	<5	<5	8			7401	13/4 0940 -14/4 0955
3	6.19	4.60	9.6	1.72	1.72		2.58				1.8	474	2	183	5.9	<5	<5	<5	<5			6482	14/4 0955 -15/4 0950
4	5.70	5.14	10.4	2.84	2.84		2.82				1.4	399	6	602	7.1	<5	<5	<5	<5			6358	15/4 0950 -16/4 0950
5	6.29	6.60	14.0	4.0	1.90	150	4.86	2.44	1.90	0.26	1.3	368	13	562	6.1	<5	<5	<5	<5	<1		4960	16/4 0950 -17/4 0940
6	4.46	7.67	10.4	5.31	5.31		4.32				1.0	294	27	417	7.4	<5	<5	<5	<5	2.6		6357	17/4 0940 -18/4 1320
7	4.11	8.93	8.5	3.2	5.38	126	3.00	2.47	1.24	0.22	1.2	293	27	341	8.1	<5	<5	<5	6	7.1		4697	18/4 1320 -19/4 1125
8	4.09	8.67	8.0	3.4	4.78	128	2.38	2.27	1.30	0.21	1.3	299	22	309	8.3	<5	<5	<5	9	9		4892	19/4 1125 -20/4 1105
9	6.15	4.62	8.0	2.30	2.30		2.23				0.9	239		216	4.9	<5	<5	<5	7			5312	20/4 1105 -21/4 1030
10	5.79	4.84	10.5	1.56	1.56		2.42				0.9	269	16	338	8.2	<5	<5	<5	<5			5569	21/4 1030 -22/4 1030
11	5.95	6.12	14.5	3.4	1.59	123	2.61	3.35	1.61	0.23	1.1	293	31	228	6.5	<5	<5	<5	<5	3.3		5031	22/4 1030 -23/4 0945
12	6.12	6.78	14.5	3.1	3.16	45	3.50	3.64	1.59	0.22	4.1	317	38	323	8.5	<5	<5	<5	5	<0.005		4902	23/4 0945 -24/4 0950



Tabell 11

Analyse av PAH i grunnvannsbrønner ved tipp i Øvre Årdal, 1991.  
(Iversen, 1991).

PAH µg/l	PB4	PB5
Naftalen		
2-M-Naf.		
1-M-Naf.		
Bifenyl		
Acenaftylen		
Acenaften		
Dibenzofuran		
Fluoren		
Dibenzotiofen		
Fenantren	3	
Antracen		
2-M-Antracen		
1-M-Fenantren		
9-M-Antracen		
Fluoranten	4	1
Pyren	3	
B(a)A*	3	1
Trif/Chry.	4	1
B(b)fluoranten*	12	2
B(j,k)fluoranten*		
B(e)P	4	1
B(a)P*	4	1
Ind.(1,2,3-cd)pyr.*	4	1
Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1)	1	
B(ghi)perylen	4	1
Coronen		
Dibenzopyrener*		
<b>SUM</b>	<b>46</b>	<b>9</b>
<b>Derav KPAH(*)</b>	<b>24</b>	<b>5</b>

Anm.: benzo(b)fluoranten inkluderer benzo(j,k)fluoranten  
\* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor  
mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier  
2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).  
Sum av \* utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

I sigevann fra avfallstippen i Øvre Årdal er det påvist høyere konsentrasjoner av tungmetaller, ferro/ferricyanid og PAH enn i verkets prosessavløp (tabell 9A og B). Væsketransporten er sannsynligvis såvidt beskjeden at belastningen på vassdraget neppe er av stor betydning. Forholdet kan kontrolleres mer eksakt ved en undersøkelse av spredningsveiene for grunnvannet.

Stikkprøver i Årdalselva nedenfor bedriften (tabell 12) tyder ikke på noen effekter av betydning hva uorganiske analyseresultater angår som følge av væskeutslipp fra verket. Det kan spores en viss økning i PAH-verdiene, men resultatene er foreløpig vanskelige å tolke uten en mer omfattende prøvetaking i Øvre Årdal der en også vurderer utslippene til luft."

**Tabell 12** Analyseresultater Årdalselva (ved Vee bru), 18.4.91.

Sted	pH	Kond mS/m	TOC mg/l	TOT-N µg/l	NO3-N µg/l	TOT-P µg/l	Cl mg/l	F mg/l	CN-tot mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Al µg/l	As µg/l	Co µg/l	Cu µg/l	Mo µg/l	Ni µg/l
1	6.30	0.94	0.27	128	90	2	0.5	<0.1	<0.005	0.69	0.15	0.41	0.10	5	<0.4	<5	0.7	<5	<5
2	6.22	1.24	0.37	140	104	2	0.6	0.1	<0.005	0.86	0.25	0.67	0.11	22	<0.4	<5	0.9	<5	<5

Prøvested 1 : Tya ved utløp av kulvert  
 Prøvested 2 : Tya ved Vee bru, Vee-sida

Resultatene fra denne rapporten vil i det følgende bli benyttet til beregninger av konsentrasjoner i Årdalselva ved redusert vannføring.

## 6. Forurensninger ved redusert vannføring

### 6.1 Materialtransport fra tipp

Vannkvaliteten i sigevannet fra avfallstippen i Øvre Årdal er kartlagt ved prøvetaking i de etablerte grunnvannsbrønnene rundt tippen. Det er hittil ikke foretatt noen vurdering av mulige spredningsveier for sigevannet og hvor store vannmengder det dreier seg om.

I perioden 1984-91 varierte de årlige nedbørmengdene i Øvre Årdal mellom 494 og 1133 mm. Selve tippen dekker et areal på 31.000 m<sup>2</sup>. Dersom en bruker disse data som utgangspunkt, varierte de midlere avrenningsmengder mellom 0,49 l/s og 1,1 l/s og på årsbasis henholdsvis 15.300 m<sup>3</sup> og 35.100 m<sup>3</sup>. Resultatene for grunnvannsbrønnene tyder på at hovedmengden av drens vannet passer der brønnene PB4 og PB5 er plassert, dvs. mot utløpskulvert fra kraftverket.

Grunnlaget for å beregne materialtransport fra tippen er svært spinkelt. For om mulig å få en oppfatning om hvilken størrelsesorden det dreier seg om vil vi her benytte samtlige data for de viktigste komponenter for brønn PB4 og PB5 (tabell 9A og B) og beregne middelerverdier for disse:

**Tabell 13** Middelerverdier for grunnvannsbrønner PB4 og PB5 (Iversen, 1991)

Al mg/l	As mg/l	Cu mg/l	CN-tot mg/l	F-tot mg/l	TOT-N mg/l
15,9	0,38	3,45	24,4	823	74

Dersom man bruker høyeste og laveste årlige avrenningsmengde for perioden 1984-91 som utgangspunkt, vil den årlige materialtransport fra tippen bli:

**Tabell 14** Årlig materialtransport fra tipp i Øvre Årdal.

	Al tonn/år	As kg/år	Cu tonn/år	CN tonn/år	F tonn/år	TOT-N tonn/år
Minimalt	0,24	5,8	0,052	0,37	12,6	1,1
Maksimalt	0,56	13,3	0,12	0,86	28,9	2,6

### 6.2 Konsentrasjonsnivåer

Middelvannføringen i Utle er ca 18 m<sup>3</sup>/sek (NVE, oppl. 1992). Vannføringen i Tya kraftverk er maksimalt 22 m<sup>3</sup>/sek. Årsmiddelet gjennom kraftverket er beregnet til 16 m<sup>3</sup>/sek. For å være på den sikre siden kan en grovt regne at en vannføring på 20 m<sup>3</sup>/sek vil falle bort ved flytting av verket. Vannføringsreduksjonen blir da fra ca 34 til 14 m<sup>3</sup>/sek i Årdalselva. Vannføringen i Utle kan imidlertid i perioder være vesentlig mindre, spesielt gjelder dette i vinterhalvåret når det ikke er avsmelting i høyfjellet. Vannføringen kan da komme ned i 0,5 m<sup>3</sup>/sek.

Dersom man regner at vannføringen i Årdalselva blir redusert til 5 m<sup>3</sup>/s, dvs. en relativt lav vannføring, kan følgende konsentrasjonsnivåer i nedre del av vassdraget beregnes som en følge av tilførselene fra tippen.

**Tabell 15** Beregnede konsentrasjonsnivåer i Årdalselva etter tilsig fra tipp.

	Al µg/l	As µg/l	Cu µg/l	CN µg/l	F µg/l	TOT-N µg/l
Minimalt	1,5	0,04	0,33	2,3	80	7
Maksimalt	3,5	0,08	0,76	5,5	183	16

Beregningen tyder på at det under slike avrenningsforhold neppe vil være mulig å spore noen effekter av betydning i nedre del av vassdraget. Om en regner ut fra en situasjon med spesielt lav vannføring på 0,5 m<sup>3</sup>/sek må verdiene multipliseres med 10. Hovedkloakken (tabell 10) er det mest betydningsfulle direkte utslipp i forurensningssammenheng. Middelvannføringen blir her 0,067 m<sup>3</sup>/sek, dvs. ca 1/8 av en vannføring på 0,5 m<sup>3</sup>/sek i Årdalselva. Ut i fra de verdier som er oppført i tabell .. er det ikke sannsynlig at noen av de viktigste forurensningskomponenter vil komme opp i konsentrasjonsnivåer som vil kunne påvirke Årdalselva i vesentlig grad.

### 6.3 Effekter

Det fremgår av de foregående avsnitt at det hverken i dag eller tidligere er påvist forurensningseffekter av betydning i Årdalsvassdraget. Spørsmålet er om hva som vil skje ved en eventuell flytting av kraftverket slik at avløpet renner ut i Årdalsvatnet. Ved dette vil en ca 350 lang strekning av Tya bare få lokalt tilsig og ca 2 km av Utle få en vannføring på ca 18 m<sup>3</sup>/sek i middel mot 34 m<sup>3</sup>/sek i dag. I Årdalsvatnet og Hæreidselva vil fortynningsforholdene bli som før.

I den følgende vurdering er det lagt vekt på sigevannet fra deponiet som forurensningskilde. I 1991 ble kloakken ved bedriftens nedre port betraktet som det viktigste utslippet (Iversen, 1991). Bl.a. ble det ved noen anledninger målt relativt lav pH (pH 4.1) i døgnblandprøver. Analysedataene tyder imidlertid på at dette avløpsvannet neppe vil gi merkbar innflytelse på Årdalselva selv ved redusert vannføring (tabell 10). I følge opplysninger fra bedriften skal utslippsforholdene nå også være endret til det bedre, spesielt når det gjelder oljeutslipp. De øvrige utslipp antas å være så små at de neppe vil kunne gi målbare effekter i vassdraget hverken enkeltvis eller samlet.

Når en skal beregne konsentrasjonsnivåer for forurensningskomponentene ved redusert vannføring, har en to fremgangsmåter. En kan gå ut fra de målte verdier i vassdraget (multiplisere opp) eller som i foregående avsnitt bruke utslipps- og avrenningsdata som utgangspunkt. Begge metoder har sine svakheter. Gode utslippsdata får en bare ved meget omfattende måleprogram og analysedata fra resipienten vil ofte være usikre når disse nærmer seg bakgrunnsnivå og/eller deteksjonsgrensen. I det følgende skal vi ta for oss de antatt viktigste komponenter og bruke gåde utslippsdata og data fra vassdraget som utgangspunkt.

Som tidligere nevnt vil ca 300 m av Tya og 2 km av Årdalselva bli berørt av tiltaket. I Tya blir vannføringen så liten at det har lite hensikt å vurdere forurensningsvirkninger. Det er ikke sannsynlig at denne delen av vassdraget vil få noen betydning hverken for fiskeproduksjonen eller annet på grunn av liten vannføring. Sannsynligvis har den heller ikke i dag særlig betydning hverken for gyting eller som oppvekstområde for laks eller sjøaure selv om noe fisk vandrer opp i Tya og både noe gyting og oppvekst kan forekomme.

Årdalselva fra utløpet av Tya og ned til Årdalsvatnet er en del av vassdraget som i dag har stor betydning både for fiske og som gyte- og oppvekstområde for laksefisk. Økende forurensning vil her kunne hemme oppgangen av fisk oppover i Utle og redusere fiskens gyte- og oppvekstmuligheter. Vannføringsreduksjonen i seg selv vil også kunne ha negative konsekvenser ved reduserte arealer for gyting og oppvekst og endrede fiskemuligheter. Temperaturforholdene vil også kunne endres med



mulig høyere sommertemperatur og lavere vintertemperatur. I denne sammenheng er det imidlertid bare forurensningsaspektet som skal vurderes.

Ingen av de komponenter som er oppført i tabell 15 - aluminium, arsen, kobber, cyanid, fluorid eller nitrogen forekommer i konsentrasjoner som kan tenkes å utøve skadevirkninger.

For aluminium har en funnet effekter overfor fisk ned mot 25-75 µg/l i meget bløtt og surt vann (Ca = 0,5-1,5 mg/l) (pH = 4,6-5,3) (Rosseland og medarb. 1992). Det er neppe sannsynlig at giftigheten er høyere for de vanlige invertebrater som har større betydning i næringskjeden. Dette gjelder da monomert, uorganisk aluminium. I vann med høyere pH som i Årdalsvassdraget vil skadegrensen imidlertid ligge betydelig høyere. Aluminiumet vil da også foreligge i en annen, lite giftig form.

Arsen er akutt giftig overfor laksefisk i konsentrasjoner på 25-60 mg/l (Sørensen, 1991). Metallet kan også akkumuleres til toksiske nivåer. Aktuelle konsentrasjoner er her imidlertid sannsynligvis langt over de som her er beregnet for Årdalselva.

Kobber er under laboratoriebetingelser påvist å kunne forårsake effekter overfor særlig ømfintlige organismer ned mot 5-10 µg/l. Vannkvaliteten er her av stor betydning idet økende innhold av kalsium reduserer giftigheten. EIFAC (Den europeiske innlandsfiskekommisjon) har fastsatt den maksimale akseptable årlige verdien for laksefisk til 1 µg Cu/l (Alabaster and Lloyd, 1992). EF's kriterium ligger på 5 µg Cu/l (Lloyd, 1992). Erfaringer fra områder i Norge forurenset fra gruvevirksomhet har vist at det er små eller ingen effekter i konsentrasjoner av kobber under 15-20 µg/l. Kalsiuminnholdet har da ligget betydelig høyere (> 3 mg/l). De beregnede verdier ut fra deponitilsiget ligger under 1 µg/l (maks 0,76 µg/l), mens analyseresultatene fra Utlea og Årdalselva varierer mellom 1,7 og 0,7 µg/l, og altså tildels overskrider EIFAC kriteriene. Den høyeste verdi ble funnet i Utlea ovenfor Årdal Verk. Det har tidligere også vært funnet noe forhøyede kobberverdier i Årdalsvassdraget og det har blitt antydnet at dette kan skyldes naturlige forekomster og tidligere gruvevirksomhet i området. Om dette er tilfelle vil en redusert vannføring ikke ha noen betydning idet forskjellen er liten mellom vannet i Tya og Utlea. Det kan også settes et spørsmålsteget ved påliteligheten av analysene ved disse nivåer. Resultatene fra moseprøvene kan imidlertid indikere at det er noe kobber i vannet. Vi velger her imidlertid å konkludere med at en redusert vannføring ikke vil føre til negative effekter av kobber.

Cyanid er meget giftig for ferskvannsorganismer og EPA (U.S. Environmental Protection Agency) har angitt en verdi på 5,0 µg/l som grenseverdi for skadevirkninger på organismer i vann (Train, 1979). Effekten er imidlertid avhengig av hvilke cyanidforbindelser som foreligger. I dette tilfelle er sannsynligvis ferricyanider dominerende. Cyanidkonsentrasjonen som følge av tilførselene fra tippene ble beregnet til maksimalt 5,5 µg CN/l i Årdalselva. Dette er også samme nivå som EPA har fastsatt som grenseverdi for liv i vann. Det knytter seg imidlertid stor usikkerhet til hvilken cyanidforbindelse som foreligger eller vil dannes i elvevannet og vurderingen av effekter blir derfor svært usikker. Cyanid ble ikke påvist i Årdalselva ved undersøkelsen i 1991 (<5 µg/l, tabell 12). Analyse av cyanid i sigevannet viser at cyanidinnholdet i det vesentlige er bundet til jern, noe som reduserer faren for giftvirkninger.

Fluorid er også et meget aktuelt stoff i forbindelse med avløp og drensvann fra industriområdet i Årdal. Konsentrasjonsnivået ble her maksimalt beregnet til 183 µg/l. Fluorid har ikke i noen av de tidligere undersøkelser blitt funnet i høyere konsentrasjoner enn 0,1 mg/l i noen del av vassdraget. Fluorid er relativt lite akutt giftig og i forbindelse med undersøkelsene i Årdal i 1970-årene ble det foretatt tester med fluorid og laks i vann fra Hæreidselva (Grande, 1974). 21dLC<sub>50</sub> (den konsentrasjon som dreper 50% av forsøksdyrene i løpet av 21 døgn) ble da beregnet til 45 mg/l, dvs.

mer enn 200 ganger høyere enn den beregnede maksimalverdi. Det er også et spørsmål i hvilken form fluoridene forekommer. Her foreligger sannsynligvis en vesentlig del som aluminiumfluorid som antas lite giftig. Det er også kjent at en i Norge har tilsynelatende normale fiskebestander i et vassdrag med fluorinnhold på fra 5-10 mg/l (Grande, 1974). Det er således liten grunn til å tro at fluorid vil utføre noe problem i Årdalselva.

PAH-analysene har vist at virksomheten i Årdal fører til utslipp i vassdraget (Iversen, 1991). Konsentrasjonene er imidlertid lave og det er ikke grunnlag for å vurdere eventuelle effekter. Dette både på grunn av lave verdier, få måledata og lite kjennskap om disse stoffenes virkning i vann. PAH vil neppe ha noen betydning i forbindelse med konsum av fisk fra dette vassdragsavsnittet fordi fisken har hatt sin viktigste tilvekst i sjøen.

Av andre komponenter som kunne tenkes å utgjøre noe problem ved redusert vannføring er de mer vanlige forurensingskomponenter som organisk stoff, næringssalter og suspenderte partikler. Årdalsvassdraget er imidlertid fra naturens side meget fattig både på organisk stoff og næringssalter. Analyseresultatene tilsier ikke store bidrag av disse komponentene fra industriområdet og det er usannsynlig at en redusert vannføring vil føre til problemer av betydning (økt begroing etc.). Et lite forbehold kan taes for fosfor som viste høyere verdi (6 µg P/l) i Årdalselva enn på de øvrige stasjoner. Som nevnt tidligere er dette en enkelt måling og bunndyr- og begroingsforholdene har ikke indikert noen eutrofitendenser hverken i 1992 eller tidligere. Suspenderte partikler (breslam) tilføres vassdraget naturlig under snøsmelting i høyfjellet og annen partikkeltransport som kan stamme fra industriområdet er ikke registrert.

Det fremgår av det foregående at det under vanlige utslipps- og avrenningsforhold neppe vil oppstå forurensningsproblemer av betydning i Årdalselva ved redusert vannføring. Dersom uhell skulle oppstå og større utslipp av giftige komponenter skulle komme ut i elva, vil faren for skadevirkninger bli vesentlig større. Det samme gjelder utslipp som forårsaker estetiske eller andre ulemper (jfr. oljeutslipp i 1991). Det er derfor viktig at alle utslippsanordninger og renseprosesser sikres i størst mulig utstrekning. Gode kontrollrutiner vil også redusere faren for tilfeldige utslipp.

For å sikre Årdalselva helt er det selvfølgelig mulig å samle alle utslipp og avrenning fra området og lede det inn på kraftverkstunnellen eller på annen måte føre det ut i Årdalsvannet. Om en kan unngå skadevirkninger i Årdalselva, er det imidlertid ikke sikkert at dette er den beste løsning. Selvreinsningsevnen er muligens bedre i elva enn i Årdalsvatnet. Med sikte på anvendelsen av Årdalsvatnet som drikkevann kan dette ha en viss betydning.

Det må understrekes at de betraktninger som her er foretatt, er basert på et temmelig lite materiale når det gjelder avrennings- og utslippsforhold fra bedriften. Særlig hadde det vært ønskelig med flere målinger av sigevannskvalitet og -mengder fra deponiet. Fordi sigevannets og forsåvidt også avløpsvannet er kjemisk sett komplisert sammensatt ville biologiske tester gi et bedre grunnlag for å vurdere giftigheten enn teoretiske vurderinger av de kjemiske analyseresultater. Disse testene bør eventuelt utføres i blandinger med vann fra Utle/Tya. Deponiet i Øvre Årdal ligger vel tilrette for slike undersøkelser. Resultatene kunne også ha generell interesse i forbindelse med vurdering av forurensninger fra deponier ved andre aluminiumsverk i Norge.

## 7 Litteratur

- Alabaster, J.S. and Lloyd, R. (Red.) 1982. Water quality criteria for freshwater fish. Butterworths, London, 361 pp.
- Brettum, P. 1990. Undersøkelse av Årdalsvatn 1990. NIVA-rapport O-90143 (l.nr. 2563), 32 s.
- Bakke, T., Brettum, P., Iversen, E.R., Rosseland, B.O. og Øren, K. 1991. Vurdering av effekter av oljeutslipp til Hydro Aluminium - Årdal Verk til Årdøla. 4.4. 91. NIVA-notat, O-90044, 2.5. 1991.
- Grande, M. 1971a. Hydrobiologiske undersøkelser i Årdalsvassdraget. NIVA-rapport O-90/70, 19 s.
- Grande, M. 1971b. Hydrobiologiske undersøkelser i Årdalsvassdraget 1971. NIVA-rapport O-90/70, 16 s.
- Grande, M. 1972. Hydrobiologiske undersøkelser i Årdalsvassdraget 1972. NIVA-rapport. O-90/70, 8 s.
- Grande, M. 1974. Hydrobiologiske undersøkelser i Årdalsvassdraget, NIVA-rapport O-90/70, 10 s.
- Iversen, E.R. 1991. Hydro Aluminium, Årdal Verk. Kartlegging av utslipp til vann. NIVA-rapport O-91049 (l.nr. 2639, sperret), 49 s.
- Kristiansen, H. 1971. Undersøkelse av Årdalsvatnet som resipient for Øvre Årdal og vannkilde for Årdalstangen vannverk. NIVA-rapport, O-22/67, 26 s.
- Lingsten, L. 1984. Moser som metallindikator i noen ferskvannsføremster. NIVA-rapport, O-8007602, 37 s.
- Lingsten, L., Brettum, P. og Løvik, J.E. 1986. Overvåking av Årdalsvassdraget 1983-84. Tiltaksorientert undersøkelse. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT, Rapport nr. 215/86 (l.nr. 1842), 60 s.
- Lloyd, R. 1992. Pollution and freshwater fish. Hartnolls, Bodmin, Cornwall, 176 pp.
- Rosseland, B., Brandrud, T.E. og Raddum, G.G. 1992. Effects of aluminium in acidified aquatic ecosystems. NIVA-report O-91097/E-92458. (ser.no. 2806). 35 pp.
- Rosseland, L., 1957. Virkning på fisket av Tyareguleringen og overføring av vann fra Utle. Utredning for Valdres herredsrett, Årdal, 24/8 1957.
- Train, R.E., 1979. Quality criteria for water Castle House publications LTD., London og Worcester.
- Vasshaug, Ø. 1971. Fiskerisakkyndig uttalelse. Indre Sogn Herredsrett. Sak nr. 2/1970B. A/S Årdal og Sunndal Verk - Olav Hestenes m.fl. Konsulenten for ferskvannsfisket i Vest-Norge. Bergen, 27. desember, 1971.
- Vasshaug, Ø., 1974. Fiskerisakkyndig uttalelse. Indre Sogn Herredsrett. Sak nr. 2/1970B: A/S Årdal

og Sunndal Verk - Olav Hestenes m.fl. Konsulenten for ferskvannsfisket i Vest-Norge.  
Bergen, 26. desember 1974.

---

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo  
ISBN 82-577-2219-7