

330

Sogn og Fjordane

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0 - 90/70

HYDROBIOLOGISKE UNDERSØKELSER

I ARDALSVASSDRAGET

Saksbehandler: Magne Grande

Rapporten avsluttet: Mai 1971

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
1. INNLEDNING	3
2. FYSISK/KJEMISKE UNDERSØKELSER	3
3. FISKE, OBSERVASJONER OG FANGST	6
4. ANALYSER AV FISKENS MAGEINNHOLD	10
5. BUNNFAUNA	10
5.1 Utle ovenfor samløp med Tya	10
5.2 Bekk ved avfallshaug ved ÅSV	12
5.3 Tya nedenfor utslipp ÅSV ved bru	12
5.4 Årdalselva ovenfor innløp Årdalsvatn	12
5.5 Hæreidelva ved utløp av Årdalsvatn	12
6. VIRKNING AV FLUOR OVERFOR VANNORGANISMER	12
7. SAMMENFATTENDE DISKUSJON	15
8. VIDERE UNDERSØKELSER	16
9. KONKLUSJON	18
10. REFERANSER	19

TABELLFORTEGNELSE

Tabell 1. Fysisk/kjemiske analyseresultater fra Årdalsvassdraget, 13. - 14. oktober 1970	5
Tabell 2. Analyse av "sotbelegg" på Årdalsvatnet, 14. oktober 1970	6
Tabell 3. Elektrofiske i Hæreidelva 13. oktober 1970. 40 m. strekning fisket over 1 gang (Ca. 40 min.)	7
Tabell 4. Mageinnhold i laks og aure fra Hæreidelva	9
Tabell 5. Bunnfaunaens sammensetning og relative mengdefordeling i Årdalsvassdraget, 13. - 14. oktober 1970	11

FIGURFORTEGNELSE

Figur 1. Årdalsvassdragets nedre del	4
Figur 2. Utbytte av lakse- og sjøaurefisket i Årdalselva, 1884 - 1968	8
Figur 3. Virkning av natriumfluorid (NaF) på laks	14

1. INNLEDNING

Den 12. - 14. oktober 1970 ble det foretatt en befaring av Årdalsvassdraget med henblikk på å få et inntrykk av biologiske forhold i vassdraget og eventuelle forurensningsvirkninger overfor disse. Bakgrunnen var en henvendelse fra Indre Sogn Herredsrett hvor instituttet ble forespurt om å påta seg undersøkelser i forbindelse med skjønnsak mellom A/S Årdal og Sunndal Verk (ÅSV) og Torstein Hjelle m.fl. Befaringen skulle danne grunnlag for eventuelt å fastsette et arbeidsprogram for videre undersøkelser i vassdraget.

Under befaringen ble foretatt fiske med elektrisk fiskeapparat i Høreidelva. Videre ble det gjort observasjoner av fisk, og samlet inn vannprøver og materiale av fauna og vegetasjon i Årdalsvatnet, Årdalselva, Tya og Utle.

I det følgende blir det gitt en kort redegjørelse for resultatene av observasjoner og analyser. Rapporten omfatter ikke generelle forurensningsvirkninger i Årdalsvassdraget eller området forøvrig.

Det henvises også til vår rapport: Undersøkelse av Årdalsvatnet som resipient for Øvre Årdal og vannkilde for Årdalstangen vannverk (NIVA, 1971.)

2. FYSISK/KJEMISKE UNDERSØKELSER

Fig. 1 viser en skisse av Årdalsvassdragets nedre del. I tabell 1 er oppført analyseresultater av prøver innsamlet den 13. - 14. oktober 1970. Analysene viser ingen påfallende forhold. Fluoridinnholdet er lavt, også i avløpsvannet fra ÅSV og i bekk nedenfor tipp ÅSV hvor verdiene er høyest, (henholdsvis 0,14 og 0,10 mg F/l).

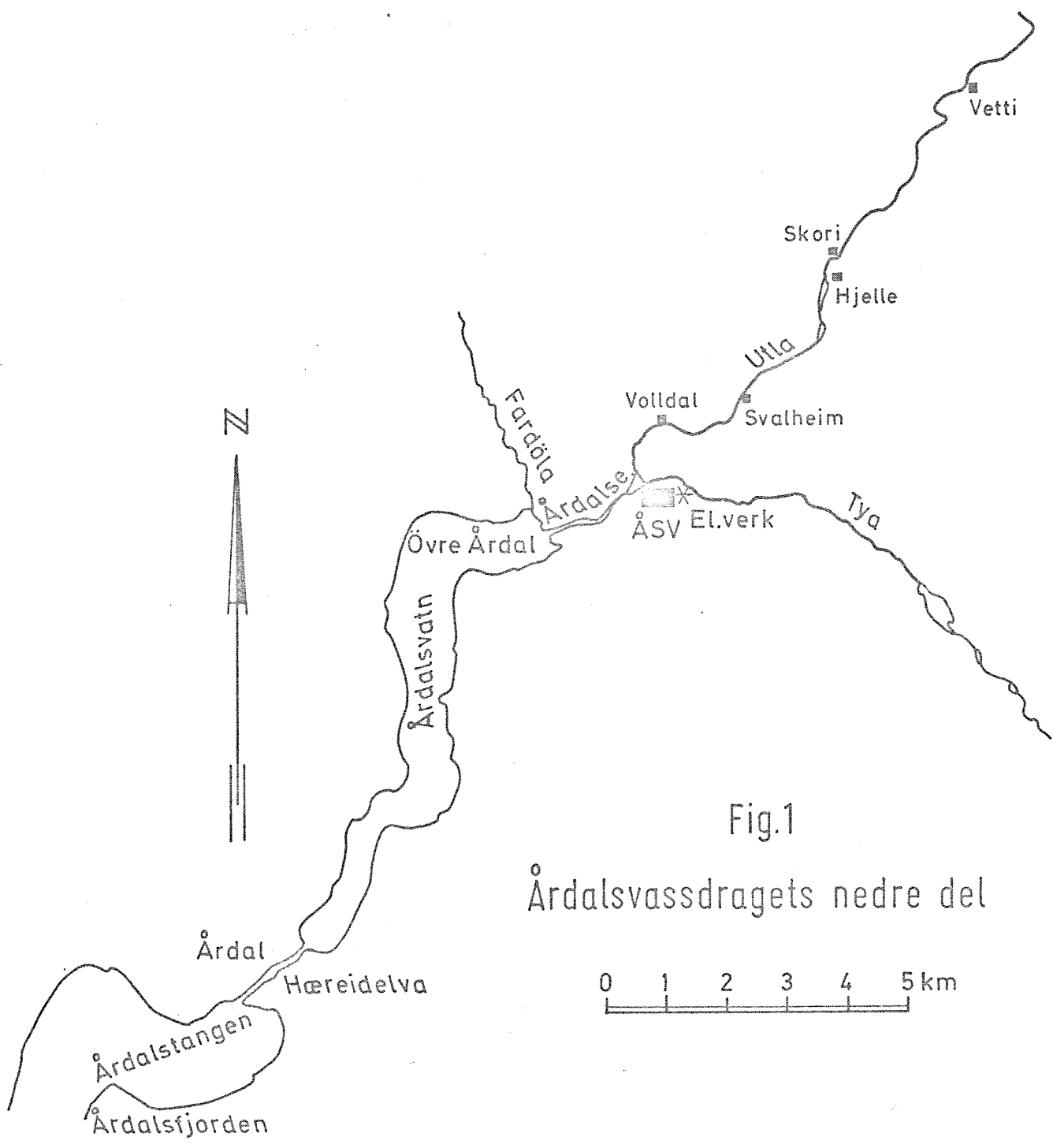


Fig.1
Årdalsvassdragets nedre del



Tabell 1. Fysisk/kjemiske analyseresultater fra Årdalsvassdraget 13. - 14. oktober 1970

Lokalitet	pH	Spes. el. ledn. evne µS/cm	Hårdhet mg CaO/l	Fluorid mg F/l	Sulfat mg SO ₄ /l	Klorid mg Cl/l	Alkalitet ml N/10 HCl/l pH 4,5
Utløp fra Tyn	6,8	7,4	1,74	<0,05	2,5	0,4	0,27
Årdalselva ved utløp kraftstasjon ÅSV	6,6	8,1	1,57	0,08	2,4	0,4	0,40
Utle før samløp med Tya	6,4	15,0	3,98	0,05	2,8	0,4	0,53
Årdalselva før innløp i Årdalsvatn	6,3	11,0	3,58	0,08	<2	0,4	0,42
Fardøla	6,3	12,8	3,09	<0,05	3,2	0,4	0,55
Hareidelva	6,3	11,6	2,58	0,06	2,8	0,6	0,42
Bekk nedenfor utslipp ÅSV	6,5	16,7	3,14	0,10	2,9	0,6	0,46
Avløpsvann ÅSV	6,3	11,7	2,75	0,14	2,4	0,4	0,38

Elektrolyttinnholdet er meget lavt og selv i Hæreidelva før utløpet i sjøen er den spesifikke elektrolytiske ledningsevne ikke høyere enn 11,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Det ble også skummet av en prøve av sotbelegg på Årdalsvatnet. Prøven ble filtrert gjennom et glassfilter og filteret veid, glødet og analysert på olje og fluor. Resultatet fremgår av tabell 2.

Tabell 2. Analyse av "sotbelegg" på Årdalsvatnet, 14. oktober 1970

Innveid (på glassfilter):	97,7 mg
Glødet 600°C (gløderest):	30,9 mg
Glødetap:	66,8 mg dvs. 68,4% av innveid mengde
Olje:	15,5 mg " 23,2% av glødetap
Fluor:	0,98 \pm 0,08 mg, dvs. 2,5% av gløderest.

Sotbelegget består som det fremgår av oversikten for en stor del av olje. Fluorinnholdet utgjør omlag 1% av det innveide filtratum (på filter).

3. FISKE, OBSERVASJONER OG FANGST

Fig. 2 viser utbyttet av lakse- og sjøaurefisket i Årdalselva 1884 - 1968. For å få et inntrykk av fiskebestanden ble det foretatt fiske med elektrisk fiskeapparat i Hæreidelva og observasjoner i vassdraget forøvrig.

I Utle ble observert 1 laks på omlag 4 kg. i Skårahølen. I samme høl ble observert 4 aure i størrelser omkring $\frac{1}{2}$ - $1\frac{1}{2}$ kg. Lenger ned i Utle ble observert 4 - 5 mindre aure. Observasjonsforholdene var på dette tidspunkt relativt gode og det er all grunn til å tro at antall gytefisk i elven var meget lite.

I Årdalselva var observasjonsforholdene vanskelige og gytefisk ble ikke observert. I bekk forbi avfallhaug ÅSV ble observert noen mindre aure. Såvel i Årdalsvatnet som i Hæreidelva ble observert en- og tosomrige yngel av laksefisk, fortrinnsvis aure. I Hæreidelva ble også observert vakende laks, samt to flyndrer (rødspette) og 3-pigget stingsild.

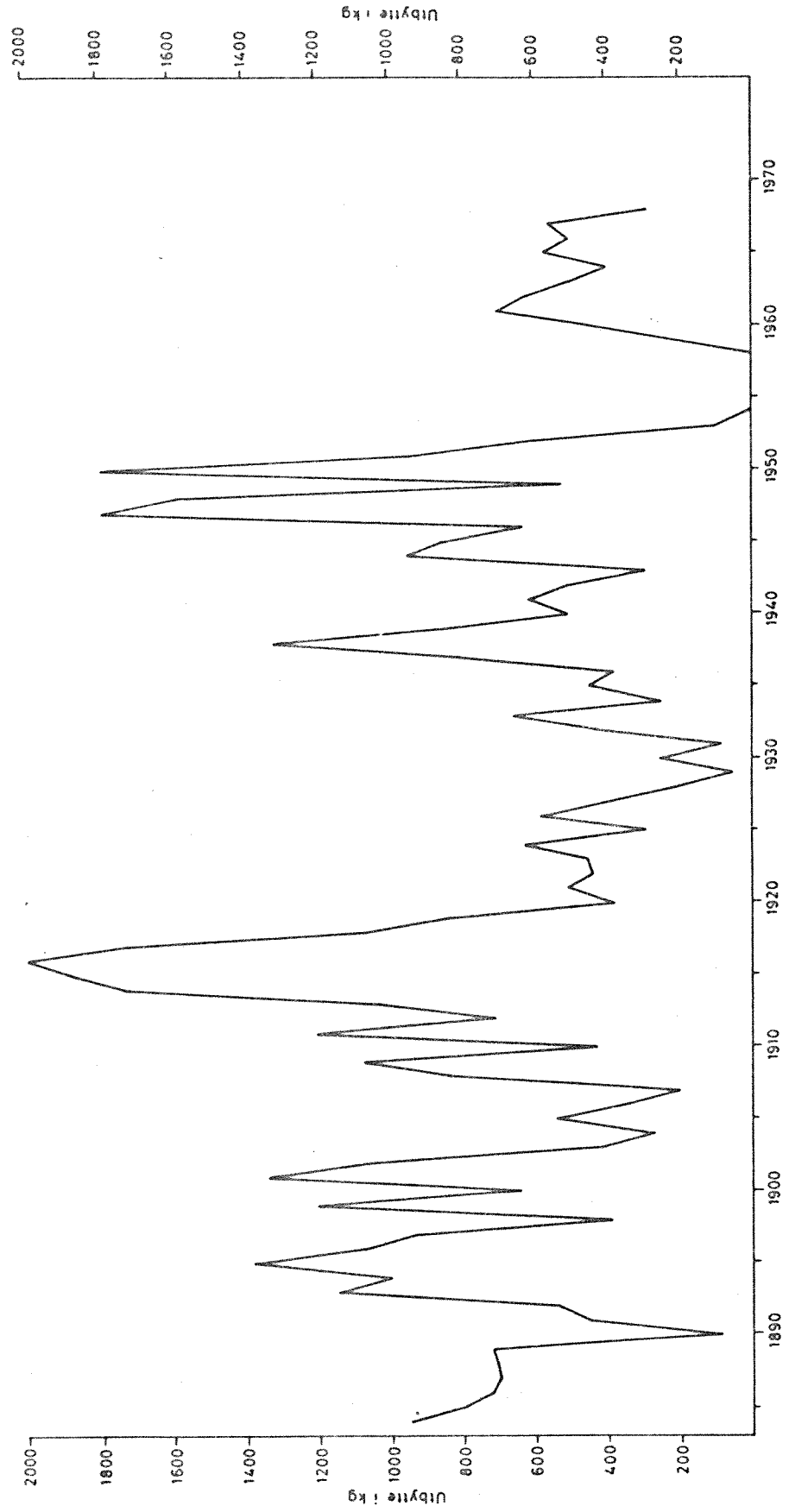
Tabell 3. Elektrofiske i Hæreidelva 13. oktober 1970.

40 m. strekning fisket over 1 gang. (Ca. 40 min.).

	Alder i vintre		Middel- lengde mm	Variasjon lengde mm
Laks	0	8	39	33 - 45
	1	1 (11%)	68	
Aure	0	15	46	34 - 55
	1	2 (12%)	76	
Ål		2	ca. 400	

Resultatet av elektrofisket i Hæreidelva er oppført i tabell 3. Fisket ble foretatt på en 40 m lang strekning ca. 50 m. nedenfor brua ved utløpet av Årdalsvatnet. Det ble fisket en gang over strekningen og fisket foregikk i ca. 40 minutter. Tabell 3 viser at det på strekningen ble fanget 9 laks og 17 sjøaure. Av disse var det vesentligste sommergammel fisk. Fangsten tilsvarende ca. 0,7 laksefisk (aure eller laks) pr. løpende meter elvestrekning. Av ål ble fanget to eksemplarer.

Fig.2 Utbyttet av lakse- og sjöaurefisket i Årdalselva 1884-1968



Tabell 4. Mageinnhold i laks og aure fra Høreidelva.

l = larver, p = pupper, i = imago

Gruppe	% fisk med næringsgruppe	
	laks	aure
Fjærmygg (<i>Chironomidae</i>)	67	59
l p		
i	56	65
2 " " totalt	89	88
Knott (<i>Simuliidae</i>)	22	0
Krepsdyr (<i>Crustacea</i>)		
<i>Bosmina coregoni</i>	22	47
<i>Cyclops</i> sp.	11	6
Edderkopper (<i>Aranea</i>)		6
Vannmidd (<i>Hydracaridae</i>)	22	6
Fisk	11	6
Intet mageinnhold	11	0

4. ANALYSER AV FISKENS MAGEINNHOLD

For å kunne danne seg et bilde av fiskens ernæring i Hæreidelva, ble det foretatt analyser av fiskens mageinnhold. Resultatet er oppført i tabell 4.

Tabellen viser at larver, pupper og imago av fjærmygg forekom i ca. 89% av alle magene. Krepser, vesentlig *Bosmina coregoni*, og vannmidd forekom også i endel mager. Magene var stort sett velfylte og bare en fisk hadde intet mageinnhold. Døgnfluer, steinfluer og vårfluer ble ikke funnet i mageinnholdet.

5. BUNNFAUNA (MAKROINVERTEBRATER)

Ved innsamlingen av invertebrater ble benyttet vannhåv med maskevidde 0,25 mm. Metoden går ut på at en plasserer vannhåven nedstrøms og roter opp bunnsubstansen med benene. Dyrene som befinner seg på bunnen vil fri seg fra underlaget og blir da av strømmen ført inn i håven. Metoden gir ingen absolutte verdier, men har vist seg å gi god informasjon om bunnfaunaens sammensetning og relative mengdefordeling.

Resultatene av innsamlingen på tre lokaliteter er fremstilt i tabell 5. I det følgende skal det gis en kortfattet kommentar til forholdene på de enkelte lokaliteter.

5.1 Utle ovenfor samløp med Tya (lokalitet i tabell 5)

Prøvetakningen skjedde her et kort stykke (ca. 200 m) ovenfor samløpet med Tya. Det var på denne lokalitet en rik og allsidig sammensatt forekomst av invertebrater. Spesielt kan fremheves en rik forekomst av fjærmygg og døgnfluer.

Tabell 5. Bunnfaunaens sammensetning og relative mengdefordeling i
Årdalsvassdraget, 13. - 14. oktober 1970.

- 1 = Utleia ovenfor samløp med Tya.
2b = Årdalselvas sydside nedenfor utslipp ÅSV.
5 = Hæreidelva ved utløp av Årdalsvatn.

Gruppe	1	2b	5
Flimmerormer (<i>Tricladidae</i>)	x	-	x
Fåbørsteormer (<i>Oligochaetae</i>)	2	5	5
Ertemuslinger (<i>Pisidium</i>)	-	-	5
Vannmidd (<i>Hydracariidae</i>)	5	-	5
Steinfluer (<i>Plecoptera</i>)	5	-	2
Døgnfluer (<i>Ephemeroptera</i>)	20	5	-
Vårfluer (<i>Trichoptera</i>)	2	-	5
Knott (<i>Simuliidae</i>)	2	-	-
Fjærmygg (<i>Chironomidae</i>)	20	10	20

5.2 Bekk ved avfallshaug ÅSV

Prøvene ble tatt i en bekk som renner forbi avfallshaug innenfor ÅSVs område. Bekken hadde i likhet med Utlea en rikt sammensatt invertebratfauna.

5.3 Tya nedenfor utslipp ÅSV ved bru

Prøver ble tatt på begge sider av elva. På nordsiden var forholdene som i Utlea (lok.1) mens det på sydsiden (2b i tabell) nedenfor utslipp fra ÅSV, var en markert lokal påvirkning av invertebratfaunaen.

5.4 Årdalselva ovenfor innløp Årdalsvatn

Prøven ble tatt på sydsiden av elva ved fylling. Invertebratfaunaen viste her en sammensetning som i Utlea men hadde i mengdemessig henseende mindre forekomster.

5.5 Hæreidelva ved utløp av Årdalsvatn

Innsamlingen ble foretatt like nedenfor innsjøen på sydsiden av elva. Invertebratfaunaen viste en relativt rik og variert sammensetning bortsett fra at døgnfluer (*Ephemeroptera*) manglet helt.

Det ble også samlet inn prøver ca. 100 m. nedenfor dette sted, samt umiddelbart ovenfor det punkt hvor sjøvannet vanligvis skal gjøre seg gjeldende. Faunasammensetning var her i store trekk som ved utløpet. På lokaliteten ca. 100 m. nedenfor utløpet ble funnet to nyklekte individer av døgnfluer (*Baetis rhodani*).

6. VIRKNING AV FLUOR OVERFOR VANNORGANISMER

Fluor er særlig aktuelt i forbindelse med forurensninger fra aluminiumsindustri. Det kan derfor være naturlig og knytte noen generelle kommentarer til virkning av fluor overfor vannorganismer. Opplysningene er vesentlig hentet fra et notat utarbeidet av NIVA. (NIVA, 1970).

Det foreligger lite kunnskap om fluorforbindelsene og deres forekomst og stoffkretsløp i vannforekomstene. Undersøkelser av innsjøer i England og U.S.A. har vist at konsentrasjonene av fluorider er av størrelsesorden 0,01-0,5 mg F/l.

I havvann er konsentrasjonen av størrelsesorden 1 mg F/l. Forholdet mellom F:Cl i ferskvann er 0,01 - 0,1:1, mens det i havvann er 0,00005:1 (Sverdrup et al. 1960, Hutchinson 1957). Undersøkelser av fluorinnhold i norske vannforekomster som benyttes som drikkevannsforsyning, viser at konsentrasjonene gjennomgående er lave og under 0,25 mg F/l.

Fluorider har flere kjente biologiske virkninger, spesielt i sammenheng med at de kan være inhibitorer for enzymsystemer (f.eks. for ånding og fotosyntese). Det er også kjent at fluorforbindelser kan anrikes i enkelte organismer og organer. Det foreligger meget beskjedne kunnskaper om opptak, transport og akkumulering i organismer i akvatiske næringskjeder. Undersøkelseresultater innskrenker seg til et fåtall forsøk og få arter. Det er foretatt enkelte undersøkelser over virkningen av fluorider på fisk. Virkningene er avhengig av fiskeart, vannkvalitet osv., og forsøksresultatene varierer betydelig. I et tilfelle er det fastsatt terskelveredier for giftvirkning overfor regnbueaure såvidt lavt som 2,7 - 4,7 mg F/l (Neuhold et al. 1960). Stort sett ligger skadegrensene imidlertid vesentlig høyere (Liebmann 1960), og Vallin (1955) som har undersøkt virkningene på laks og sjøaure, fastsetter grensene til omlag 100 - 200 mg F/l.

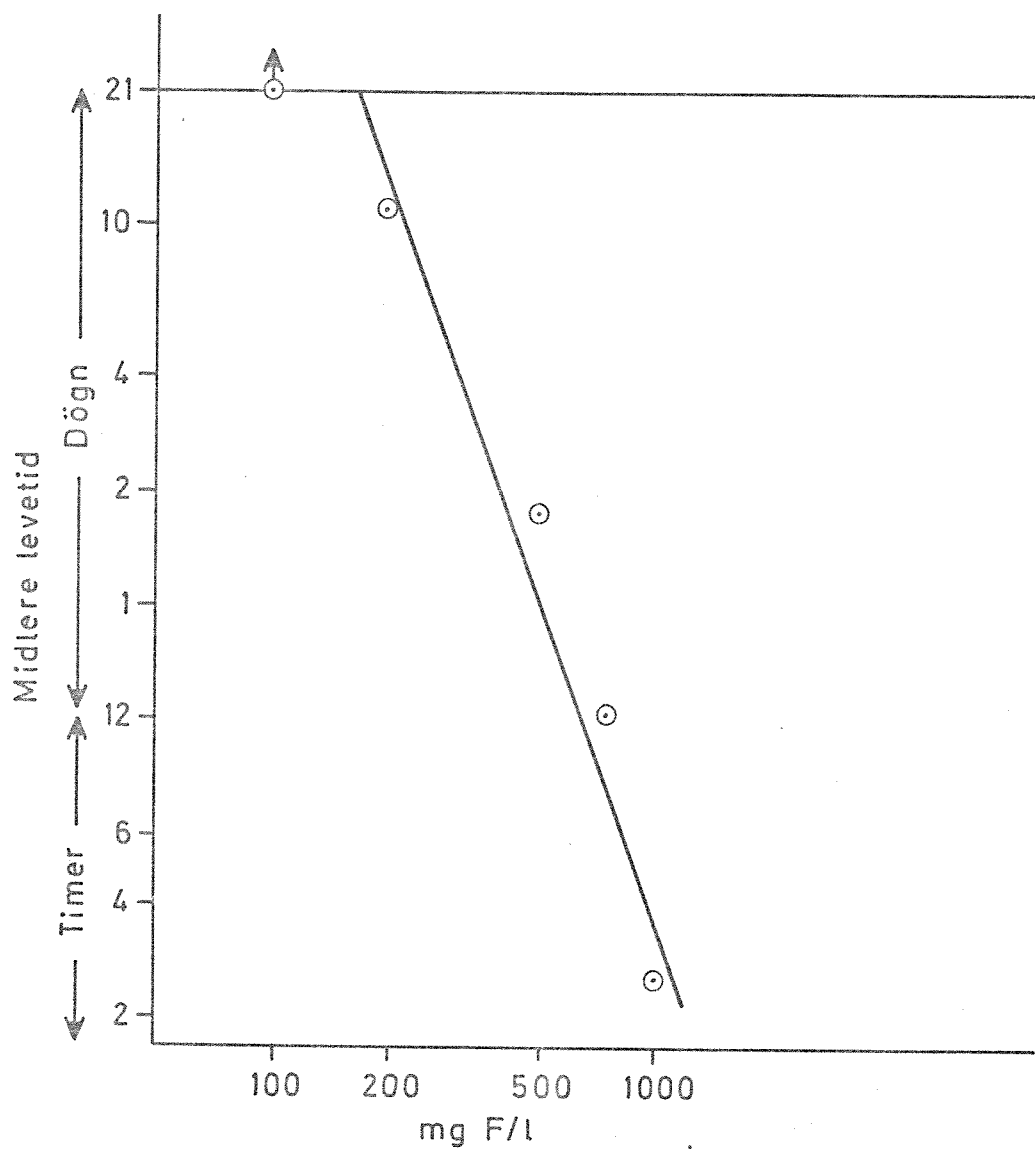
Forsøkene gjelder imidlertid akutte virkninger (20 døgn eller mindre), og langtidsvirkninger er ikke undersøkt. Det fremholdes i litteraturen at en sannsynligvis ikke kan se bort fra en viss langtidsvirkning av fluorider på fiskens tenner og skjelett (anrikning av fluorider) på samme måte som påvist for mennesker og høyere dyr (fluorose). Noe bevis for en slik langtidsvirkning synes imidlertid ikke å foreligge (Vallin, 1955). Vannets kalsiuminnhold er av betydning for giftvirkningen av fluorider (Jones, 1964).

I fig. 3 er vist resultatene av et forsøk utført ved NIVA over virkning av natriumfluorid på årsyngel av laks (4 - 5 cm). Forsøkene hadde en varighet av 21 døgn, temperaturen var ca. 10°C og vannkvalitetet som angitt i tabell 3.

Forsøkene viste at laksen overlevde et opphold i konsentrasjoner på 100 mg F/l eller lavere i 21 døgn. I konsentrasjonene 10-100 mg F/l viste fisken seg noe uvillig til å spise fôr som ble gitt den. Dette ble ikke iaktatt i konsentrasjoner på 5 mg F/l eller lavere.

Fig. 3 Virkning av natriumfluorid (NaF) på laks

⊙ Ingen dödelighet i försöksperioden
Temp. 10°C



7. SAMMENFATTENDE DISKUSJON

I forbindelse med de følgende betraktninger henvises også til vår rapport 0-22/67, Undersøkelser av Årdalsvatnet som resipient for Øvre Årdal, og vannkilde for Årdalstangen Vannverk (NIVA, 1971).

De fysisk/kjemiske undersøkelser i Årdalsvassdraget har vist at vannet er svakt surt, fattig på elektrolytter (inkludert næringssalter) og humusstoffer. Innholdet av fluor varierer stort sett i området fra 0,05 - 0,1 mg F/l. Belegget på Årdalsvatnet besto vesentlig av oljeholdig sot og støv. Støvet inneholder en del fluorider. Ingen av de utførte analyser av selve vannet indikerer forurensninger som kan ha skadevirkninger overfor biologiske forhold. Sotbelegget er utvilsomt til ulempe overfor utøvelsen av fiske. Spesielle undersøkelser vil kunne gi indikasjoner om eventuelle virkninger overfor biologiske forhold.

De observasjoner som ble foretatt av fiskefaunaen ved befaringen i oktober 1970 antyder at det iallefall i Utlea var et meget lite antall gytefisk. I **Årdalselva** og **Hareidelva** var dette vanskelig å observere. Elektrofisket i Hareidelva resulterte i 0,7 laksefisk (sjøaure og laks) pr. løpende meter ved engangsfiske. Dette er relativt lite, idet en i vestlandselver må regne med mer enn en fisk pr. løpende meter elv. (Rosseland, pers. oppl.). Fangsten besto vesentlig av sommergammel fisk og en burde sannsynligvis ventet en noe større andel av større fisk. Årsaken til den relativt sparsomme forekomst av fisk og den utpregede dominans av sommergammel fisk kan ikke uten videre forklares. Det er mulig at den større fisken for en stor del vandrer opp i Årdalsvatnet slik at forekomstene i elva derfor blir små i kortere eller lengre perioder. Andre forhold som beskatning (av mennesker, dyr) er selvsagt av vesentlig betydning for bestandens størrelse og sammensetning.

De foretatte undersøkelser og observasjoner av fisk gir derfor ingen entydig indikasjon om skadevirkninger av forurensninger overfor fiskebestanden.

Undersøkelser av invertebratfaunaen er et meget vesentlig supplement til observasjoner av fiskeforhold. En har ikke her problemet med å vurdere beskatningens innflytelse, innsamlingen er enkel og visse grupper og arter av organismer er meget **ømfindtlige** overfor forurensninger. Bortsett fra den sannsynligvis rent lokale innflytelse på faunaen i Årdalselva ved ÅSV kan en

påpeke den meget sparsomme forekomst av døgnfluer (*Ephemeroptera*) i Hæreidelva. Døgnfluer ble her praktisk talt ikke funnet hverken i elva eller i fiskens mageinnhold. Flere av artene i denne organismegruppen er spesielt ømtålelige overfor forurensninger. Arten *Baetis rhodani* har vanligvis store forekomster i vestlandselver og er viktig fiskeføde. Av denne ble bare funnet meget få eksemplarer i Hæreidelva. På grunnlag av denne ene innsamling kan en imidlertid ikke trekke sikre konklusjoner om årsaken til artens sparsomme forekomst, og det er mulig at den kan henge sammen med naturlige forhold. I denne forbindelse skal nevnes at det den 25. november 1969 ble funnet et stort antall døgnfluer i elva (Steine, pers. oppl.). Forekomstene av fjærmygg var meget rik og disse dominerte også i fiskens mageinnhold.

Det skal til slutt påpekes at den bekk som renner forbi avfallshaugen på ÅSV's industriområde hadde en rik fauna såvel i kvantitativ som kvalitativ henseende.

Som helhet gir de utførte undersøkelser ingen klare indikasjoner på forureningsvirkninger overfor fiskebestand og biologiske forhold forøvrig i Årdalsvassdraget.

Sotbelegget på Årdalsvatnet er utvilsomt til genanse og ulempe for fisket. Særlig er det grunn til å fremheve dette når det gjelder den rekreative side ved utøvelsen av sportfiske og virkning på bunden redskap.

8. VIDERE UNDERSØKELSER

Virkningen av forurensninger fra aluminiumsindustri overfor biologiske forhold i vassdrag i Norge er meget lite undersøkt. En har derfor ikke erfaringsmateriale å bygge på når det gjelder vurderingen av forholdene i Årdal. Både på Sunndalsøra og ved Mosjøen ligger aluminiumsverkene ved lakselver som fremdeles er meget gode (Driva og Vefsna). Bedriftene er imidlertid plassert ved elvemunningene slik at laksens gyte- og oppvekstområder ikke blir direkte berørt av avløpsvann. Atmosfæriske utslipp gjør seg imidlertid gjeldende også her.

De observasjoner som er foretatt av NIVA gir ingen entydige indikasjoner på effekter av forurensninger overfor fiskebestanden eller generelle biologiske forhold. For å påvise eventuelle slike effekter, må det foretas ytterligere undersøkelser for å supplere det materiale som foreligger. Det vil imidlertid bli meget vanskelig å kunne fastslå hva slike effekter direkte kan bety i endret avkastning av fisket, - hvis dette i det hele tatt er mulig.

I rettsbok for Indre Sogn Herredsrett, 29. januar 1970, er fremlagt et program for videre undersøkelser i vassdraget. Programmet for de biologiske undersøkelser, lyder som følger:

1. Det bør foretas analyse av næringsdyrbestanden i Hæreidelv og Årdalselv, og i Årdalsvatnet. På sistnevnte sted bør det undersøkes om den hinnen som ligger på vannet, en hinne av sot og mulige andre stoffer, har skadelig virkning f.eks. for insekter under klekking m.m.
2. Det bør også undersøkes om det kan finnes stoffer i vannet som skyldes driften av Årdal Verk eller klokker fra bebyggelsen, og som har skadelig virkning på fisk eller næringsdyr.
3. Tettheten av småfiskbestanden i Utle, Årdalselva og Hæreidelva bør undersøkes ved el. fiske.
4. Gytebestandens størrelse bør undersøkes i Utle, og såvidt mulig i Hæreidelva.
5. Såvidt mulig bør en undersøke hva det virkelig fiskes i vassdraget.

Vi er enige i at et slikt opplegg for et videre arbeid i store trekk bør følges. Det er forøvrig ønskelig at en stilles relativt fritt med hensyn til arbeidsopplegg.

Som nevnt er det lite kjent om virkninger av forurensninger fra aluminium-industri overfor biologiske forhold i vassdrag. En eventuell undersøkelser i Årdalsvassdraget bør derfor ha interesse utenom den spesielle målsetting å tjene som grunnlag for denne rettsavgjørelse.

9. KONKLUSJON

Undersøkelser utført av NIVA i Årdalsvassdraget ved befaring 12. - 14. oktober 1970 og tidligere (NIVA, 1971) gir ingen entydig indikasjon på at forurensninger har ført til skade på fiskebestand eller biologiske forhold forøvrig i vassdraget. For å kunne trekke sikre konklusjoner om dette, ser vi det nødvendig med ytterligere undersøkelser.

Belegget på Årdalsvatnet er til ulempe for utøvelse av fiske.

---oOo---

MGr/nil

10. REFERANSER

- HUTCHINSON, G., 1957 A treatise on limnology,
New York
- JONES, J.R.E., 1964: Fish and river pollution,
London
- LIEBMANN, H., 1960: Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie,
München
- NEUHOLD, J. and
 Sigler, W., 1960: Effects of sodiumfluoride on carps
and rainbow trout.
Trans.Amer.Fish.Soc. 80, pp. 358-370.
- NIVA, 1970: Noen økologiske konsekvenser av **fluoridering** av
drikkevann.
Notat, januar 1970.
- NIVA, 1971: Undersøkelser av Årdalsvatnet som resipient for
Øvre Årdal og vannkilde for Årdalstangen vannverk.
Utført i tiden oktober 1969-oktober 1970.
0-22/67 Rapport til K. Hjellnes-Polyteknikk A/S.
- SVERDRUP, H. and
 Johnson, M. and
 Fleming, R., 1960: The Oceans.
Englewood Cliffs.
- VALLIN, S., 1955: Redogjørelse för försök över giftverkan av fluor
(F) samt avloppsvatten från aluminiumfabrik på
lax- och havslaxöringungar.