

RAPPOR

Fisk og vasskvalitet i Gaula, Gaular kommune i 1995.

232



Rådgivende Biologer AS

Fisk og vasskvalitet i Gaula, Gaular kommune i 1995.



Harald Sægrov
og
Geir Helge Johnsen

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 232, april 1996.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Fisk og vasskvalitet i Gaula, Gaula kommune, i 1995

FORFATTARAR:

Cand.real. Harald Sægrov

&

dr.philos Geir Helge Johnsen

OPPDRAAGSGJEVAR:

Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, miljøvernavdelinga, 5840 Hermansverk

OPPDRAAGET GITT:

September 1995

ARBEIDET UTFØRT:

1995 - 1996

RAPPORT DATO:

12. april 1996

RAPPORT NR:**ANTAL SIDER:****ISBN**

232

33

ISBN 82-7658-078-5

RAPPORT SAMANDRAG:

Hausten 1995 vart det utført undersøkingar av ungfisk på 8 stasjonar i Gaula og ein stasjon i kvar av sideelvane, Amotselva og Årøyelva (areal pr. stasjon = 100m²). Totalt vart det fanga 168 laks og 257 aurar på dei 8 stasjonane i hovudelva. Gjennomsnittleg fangst pr. stasjon var 21 laks og 49 aurar. Den høge tettleiken av aure skulda først og fremst eit høgt antal årsungar (0+). I Amotselva vart det fanga 9 laks og 6 aurar, i Årøyelva 29 laks og 36 aurar. Lakseungane veks seinare enn auren og gjennomsnittleg lengde etter 1, 2, 3 og 4 vekstsesongar i elva var for laks: 51-89-120-152 mm og for aure: 55-103-155 og 204 mm. Veksten er om lag den same som vart registrert i 1983, men det er høgare tettleik av eldre fiskeungar i 1995 enn i 1983. Tettleiken av presmolt av laks (fisk over 11cm om hausten) var 3,9 pr. 100m² i hovudelva, 4,0 i Amotselva og helle 16,0 i Årøyelva. For aure var talla 6,4-2,0 og 20,0. Vasskvaliteten var betre i nedre del enn i øvre del av elva, men det vart ikkje registrert aluminiumsutstelling på gjeller eller gjelleskader på korkje laks- eller auretingar i nokon del av elva. Resultata av ungfiskundersøkingane og fangststatistikken for laks gjev ikkje haldepunkt for å seie at laksebestanden i elva er forsuringsskadd. Det er sett fram ei hypotes om at laksesmolt er svært sensitiv for surt vatn (Kroglund m.fl. 1994). Dei føreliggjande resultata gjev ikkje noko avklaring på denne hypotesa som inneber at laksesmolt kan bli skadd av svakt surt vatn i elva slik at han får problem med saltbalansen etter at han kjem ut i sjøen.

EMNEORD:**SUBJECT ITEMS:**

- Anadrom laksefisk
- Vasskvalitet
- Gaula kommune

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretakshummer 843667082
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75



FØREORD

Rådgivende Biologer as. har på oppdrag frå Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Sogn og Fjordane utført granskingar av dei anadrome fiskebestandane i fire elvar i Sogn og Fjordane. Desse er Bøfjordelva i Hyllestad kommune, Lona i Fjaler kommune, Nausta i Naustdal kommune og Gaula som ligg hovudsakleg i Gauldalen kommune.

Undersøkinga i elvane omfatta følgjande element:

- 1) Ei enkel prøvetaking av vasskvalitet
- 2) Elektrofiske etter ungfisk hausten 1995
- 3) Undersøking av fiskegjeller for å påvise eventuelle forsuringsskader
- 4) Gjennomgang av tidlegare undersøkingar av vasskvalitet

I samband med denne undersøkinga av Gaula (vassdragsnummer 083Z, gammalt nummer 337), er det teke vassprøver som er analysert med omsyn til aluminiumskjemi og syrenøytraliserande evne (ANC). Prøvene er analysert ved Hordaland Fylkeslaboratorium.

Ungfisktettleik og vekst av dei ulike aldersgruppene vart undersøkt ved standard elektrofiske i november. Cand.scient. Kurt Urdal var med på feltarbeidet. Fiskane er aldersbestemt ved lesing av øyresteinar (otolittar).

Gjelleprøver frå laks- og aureungar er analyserte for å kunne påvise eventuell aluminiumsutfalling. Gjellene er også undersøkt histologisk for å kunne vurdere eventuelle tidlegare skader. Dette arbeidet er gjennomført i samarbeid med cand.real. Hans Aase hos Aqua-lab i Bergen.

Rådgivende Biologer as. takkar dei nemnde samarbeidspartane for innsatsen og takkar Fylkesmannens miljøvernnavdeling for oppdraget.

Bergen, 12.april 1996.



INNHOLD

FØREORD	3
INNHOLD	4
SAMANDRAG OG KONKLUSJONAR	5
INNLÉIING OM VASSKVALITET OG FISK	8
OMTALE AV VASSDRAGET	13
VASSKVALITET	15
UNGFISK	20
FANGST OG GYTEBESTAND	26
GJELLEUNDERSØKINGAR	30
LITTERATUR	31

LISTE OVER FIGURAR

FIGUR 1: Kart over Gaulavassdraget	13
FIGUR 2: Kart over den laks- og sjøaureførande delen av Gaula	14
FIGUR 3: Surleik i Gaulavassdraget	15
FIGUR 4: pH-verdiar i Eldalselva, 1991 - 1994	16
FIGUR 5: Labil aluminium i Gaulavassdraget i 1984	16
FIGUR 6: Labil aluminium i Eldalselva, 1991-1994	17
FIGUR 7: ANC-verdiar i Gaulavassdraget i 1984	18
FIGUR 8: ANC-verdiar i Eldalselva, 1991 - 1994	18
FIGUR 9: Samanheng mellom klorinnhald og syrenøytraliserende kapasitet (ANC)	19
FIGUR 10: Lengdefordeling av lakseunger fanga ved elektrofiske i november 1995	21
FIGUR 11: Lengdefordeling av aureunger fanga ved elektrofiske i november 1995	21
FIGUR 12: Vekst av laks- og aureunger fanga ved elektrofiske i november 1995	22
FIGUR 13: Totalfangst av dei fire siste årsklassane av laks- og aureunger	23
FIGUR 14: Årleg fangst av laks (antal) i Gaula i perioden 1969 - 1995	26
FIGUR 15: Gjennomsnittsvekt for laks fanga i Gaula i perioden 1969 - 1995	26

LISTE OVER TABELLAR

TABELL 1: ANC-verdiar og status for fiskebestandar	12
TABELL 2: Analyseresultat frå vassprøver tekne i Gaula i november 1995	19
TABELL 3: Fangst ved tre elektrofiskeomgangar i Gaula	20
TABELL 4: Gjennomsnittleg lengde for ulike aldersgrupper av laks- og aureunger	22
TABELL 5: Gjennomsnittlig tettleik av laks og aureunger	24
TABELL 6: Fangst av smålaks, mellomlaks og storlaks i Gaula i 1993, 1994 og 1995	27
TABELL 7: Estimert gyttebestand av laksehoer og totalt antal gytte egg i Gaula, 93 - 95	28
TABELL 8: Strukturelle endringer på gjeller frå laks og aure	30



SAMANDRAG OG KONKLUSJONAR

VASSKVALITET

Dei øvste delane av Gaulavassdraget er delt i to store greiner, ei som kjem frå Haukedalen med god vasskvalitet og ei som kjem frå Eldalen der vasskvaliteten er prega av forsuring. Desse to vasskvalitetane blir blanda i Viksdalsvatnet og renn vidare nedover til den anadrome strekninga. På den anadrome strekninga frå Viksdalsvatnet til sjøen er ikkje vasskvaliteten dårlig, og den er heller ikkje endra dei siste ti åra. Vasskvaliteten i dei nemnde delane av vassdraget var undersøkt kvar veke i 1984, og vasskvaliteten i elva frå Eldalen har vore overvaka jammleg sidan.

Gaulavassdraget er eit forsuringsfølsomt vassdrag der pH-verdiane stort sett ligg mellom 5,5 og 6,0, men berre i Eldalselva kjem pH i periodar ned mot 5,2. På den anadrome strekninga låg pH verdiane i 1984 jamnt mellom 5,6 og 6,0, og tilhøva har ikkje endra seg sidan dette. I dei ekstreme surstøytperiodane i samband med sjøsaltprøvene i 1992 og 1993 var vasskvaliteten i vassdraget likevel tydeleg dårligare enn vanleg. I desse periodane var også innhaldet av labil og giftig aluminium færleg høgt. Vanlegvis ligg dette under 30 µg Al/l i den sure elva i frå Eldalen, medan det på den anadrome strekninga (i 1984) vanlegvis ligg mellom 0 og 15 µg Al/l. Den syrenøytraliserande kapasiteten (ANC) i vassdraget avspeglar den områdevise variasjonen i vasskvalitet, og låg (i 1984) mellom 10 og 20 µekv/l på den anadrome strekninga. Vasskvaliteten på denne strekninga er noko dårligare i den øvste delen, noko som også resultata frå hausten 1995 klart viser. Desse einskildmålingane var imidlertid noko avvikande frå det ein tidlegare har funne, utan at ein kan tillegge dette for mykje vekt.

Botndyrundersøkingane til LFI-Universitetet i Bergen syner også at vasskvaliteten i heile vassdraget er blitt betre dei seinare åra, og at botndyrsamfunnet i dei nedre, anadrome delane av vassdraget ikkje er prega av forsuring. Sjølv på dei nedste delane av elva i Eldalen er vasskvaliteten no betre enn tidlegare, men det er likevel nokre sideelvar til vassdraget som framleis er sure (Gunnar Raddum, LFI-Universitetet i Bergen, pers.medd.). Dette kan forklare at vasskvaliteten hausten 1995 var dårligast i vassprøvene frå øvre del av den anadrom strekninga.

Om ein tek omsyn til dei hypotetiske grenseverdiane på ned mot 15 µg labil Al/l som skadeleg for smolt, vil vasskvaliteten berre i spesielle og kortvarige periodar vere nær denne grensa. Vasskvaliteten bør difor overvakast også på dei anadrome delane av vassdraget. Utfrå resultata på vasskvalitet og botndyr synest kalking av Gaula å vere lite aktuelt.

UNGFISK

Tettleik av ungfisk vart undersøkt ved elektrofiske etter standardisert metode på 8 stasjonar (areal = 100m²) i Gaula og på ein stasjon i Åmotselva og ein i Årøyelva den 10. og 11. november 1995. Vassføringa var låg og vasstemperaturen var 6°C. Frå ein stasjon i nedre, midtre og øvre del av den lakseførande strekninga vart det teke med fem laks og fem aurar, totalt 30 fisk, for undersøking av gjeller.

Totalt vart det fanga 168 laks og 257 aurar på dei 8 stasjonane i hovudelva. Gjennomsnittleg fangst pr stasjon var 21 laks og 49 aurar. Den høge tettleiken av aure skuldast først og fremst eit høgt antal årsungar (0+). I Åmotselva var fangsten 9 laks og 6 aurar, i Årøyelva 29 laks og 36 aurar. I sideelvane var det mest eldre fiskeungar og truleg skjer det ei oppvandring frå hovudelva den andre eller tredje sommaren. Målt i biomasse var det langt høgare tettleik av både laks og aure i på stasjonen i Årøyelva enn på nokon av dei andre stasjonane.



Lakseungane veks seinare enn auren og gjennomsnittleg lengde etter 1, 2, 3 og 4 vekstsesongar i elva var for laks: 51- 89 - 120 -152 mm og for aure 55 - 103 - 155 og 204 mm. Ungfisken fanga i 1995 hadde vakse om lag like raskt i 1995 som fisk fanga i 1983, men det var høgare tettleik av eldre fiskeungar i 1995 enn det var i 1983.

Innslaget av kjønnsmogne dverghannar av laks var 13% av ungfisken større enn 9,9 cm og dette tilseier at 26% av hannane blir kjønnsmogne før dei går ut i sjøen. Ingen av aurane var kjønnsmogne.

Vekst og aldersfordeling tilseier at dei fleste av laksane går ut i sjøen etter tre år i elva, men nokre av dei som veks raskast går ut etter to år. Raskare vekst på aureungane tilseier at ein høgare andel av aurane enn av laksane blir smolt etter 2 år i elva.

Tettleiken av presmolt av laks (fisk over 11cm om hausten) var 3,9 pr 100m² i hovudelva, 4,0 i Åmotselva og heile 16.0 i Årøyelva. For aure var tala 6.4, 2.0 og 20.0. Presmolten vil gå ut i sjøen som smolt neste vår. For laks ligg tettleiken på det nivået ein kan forvente i Gaula, medan tettleiken i Årøyelva var uvanleg høg og i Åmotselva var tettleiken litt lågare enn forventa.

VAKSEN FISK

Laksestammen i Gaula er dominert av smålaks og mellomlaks og gjennomsnittsvekta på laksen som vart fanga i fiskeSESONGEN i perioden 1993 til 1995 var 2,7 kg. Fangstane fordelte seg på 74% smålaks, 22% mellomlaks og 4% storlaks med gjennomsnittsvekter på høvesvis 1.7, 4.6 og 8.8 kg. Nyare studiar i fleire elvar i Sogn og Fjordane viser at gjennomsnittleg 83% av smålaksen blir fanga i fiskeSESONGEN (Sætem 1995) medan det er rekna at 40-50 % av mellomlaksen og storlaksen blir fanga. Denne skilnaden i fangsteffektivitet for smålaks og laks har store konsekvensar for gytebestanden i elva.

Det er rekna med at ei lakseho har 1300 egg pr. kilo og saman med tala ovanfor og tal frå den offentlege fangststatistikken tilseier dette at av den totale eggmengda som blir gytt kvart år kjem 11% frå smålaks, 65% frå mellomlaks og 29% frå storlaks. Fangsten er dominert av smålaks, men dei fleste har mellomlaks som foreldre. Dette indikerer at selektiv fangst ikkje har dei konsekvensane for livshistoria til bestanden som ein hittil har trudd og indikerer vidare at den genetisk baserte livshistoria i stor grad er bestemt av naturleg utvalg i perioden før det vart fanga fisk i elva då smålaks utgjorde en langt større del av gytebestanden, både med omsyn til antal og eggmengd.

For dei siste tre åra er det rekna at eggtettleiken i Gaula var gjennomsnittleg 2,1 egg pr. 100m² (variasjon frå 1,6 til 2,6). Desse tala tilseier at antal gytefisk ikkje er avgrensande for bestanden av ungfisk i elva.

GJELLEPRØVER

Det vart ikkje funne skader på gjeller av laks eller aure på nokon av dei tre lokalitetane i Gaula i november 1995. Det vart heller ikkje funne utfelling av aluminium på dei undersøkte gjellene. Rådgivende Biologer gjennomførte tilsvarande undersøkingar av ungfisk i 20 elvar i Sogn & Fjordane og Hordaland hausten 1995. Det vart ikkje påvist aluminiumsutfelleing eller gjelleskader på fisken, korkje laks eller aure, ved konsentrasjonar av labil aluminium under 30 µg Al/liter, medan utfelling vart påvist alle stader med labil aluminium på 35 µg Al/liter eller meir. Under eksperimentelle forsøk utført i Nausta våren 1994 vart det påvist aluminium på gjellene til laksesmolt. Samstundes vart sjøvasstoleransen til laksesmolten undersøkt, og det vart konkludert med at såpass låge konsentrasjonar av giftig labil aluminium som 15 µg Al/liter var årsaka til manglande sjøvasstoleranse hos fisken (Frode Kroglund, NIVA, pers. medd.). Ut frå dei innsamla opplysingane som er presentert i denne rapporten, er det ikkje kome fram resultat som kan stadfeste resultata frå forsøka i 1994.



SAMANFATTANDE KONKLUSJON

Tettleiken av ungfisk av laks i Gaula ligg på det nivået ein skal forvente i denne elva og fangstutviklinga av laks i Gaula skil seg ikkje vesentleg frå bestandar i elvar med god vasskvalitet. Gytbestanden har dei fleste år vore tilstrekkeleg til å sikre full rekruttering. Vasskvaliteten i elva vil normalt ikkje gje skader på ungfisk og det vart ikkje påvist aluminiumsutfelling eller gjelleskader på ungfishen. Totalt sett har desse undersøkingane ikkje gjeve resultat som tilseier at surt vatn i dag medfører skade på laksestammen i Gaula. Ein kan ikkje avvise at det kan oppstå skader ved episodar med surt vatn i elva, men slike skader blir eventuelt kompensert ved redusert naturleg dødelegheit. Ein kan heller ikkje avvise hypotesa om at laksesmolten har redusert sjøvasstoleranse, sjølv om denne faktoren ikkje kan sporast i fangstutviklinga. Vasskvaliteten i Gaula har betra seg dei siste ti åra og resultata tilseier at det ikkje er nødvendig å kalke i Gaula for å sikre laksestammen. Usikkerheita i vurderingane ligg i hypotesa om vasskvalitet og sjøvasstoleranse hos laksesmolt.



INNLEIING OM VASSKVALITET OG FISK

På Vestlandet er det dei siste åra observert ein gradvis og stadvis dramatisk tilbakegong i bestandane av anadrome laksefisk. Dette er påpeika i DN-utredning nr. 10-94 "Sur nedbør i Norge: Status, utviklingstendenser og tiltak" (Kroglund m.fl. 1994). Der blir det slått fast at "det er påvist økende antall forsuringsskadde vassdrag på Vestlandet de siste 10 åra," og at "flere laksevassdrag på Vestlandet enn de vi har oversikt over kan vise seg å ha forsuringssproblemer."

Resultata frå eksperimentelle forsøk på overleving av laksesmolte i Vosso er blitt samanhædde med den aukande forsuringa i Vestlandsfylka, og forfattarane av DN-rapporten hevdar at situasjonen gjev grunn til uro. Fangststatistikken viser likevel ikkje den same regionale tilbakegangen i fangst av laks frå Vestlandselvane som det ein såg i Sørlandselvane rundt hundreårsskiftet, men reduksjonane er tydelege for einskilde vassdrag.

Samstundes med at forsuringstrusselen i vestlandsfylka er urovekkjande, er det også andre tilhøve som påverkar dei anadrome bestandane av laksefisk i vassdraga. Nokre bestandar i ikkje sure vassdrag syner den same tilbakegangen dei seinare åra som bestandane i antekne sure vassdrag og dette viser at andre faktorar enn forsuring også er viktige. Ungfiskundersøkingar i mange vassdrag med ulike vasskvalitetar i Hordaland og Sogn og Fjordane dei siste åra viser at tettleiken av presmolt i dei fleste elvane ligg på det nivået ein skal forvente som normalt (Sægrov m.fl. 1994, Sægrov 1996a, 1996b). Den generelle tilbakegangen kan difor ikkje skuldast redusert smoltproduksjon i elvane. Men sjølv om tettleiken av ungfisk og presmolt er normal kan det i følgje nylege studiar vise seg at utvandrande laksesmolte er meir følsom for surt, aluminiumsrikt vatn og kan få ein forsuringsskade rett før utvandring som kan medføre redusert sjøvasstoleranse og auka dødlegheit i sjøen. Desse studiane indikerer at laksen på smoltstadiet er meir følsomme for årleg vasskvalitet enn på noko anna stadium (Kroglund m.fl 1994).

Det er generell semje om at tilbakegangen i laksebestandane først og fremst skuldast høg dødlegheit i sjøfasen. Det er sett fram hypoteser om at variasjon i havtemperatur (Hansen 1995) og auka produksjon av lakseluslarver i fiskeoppdrett (Sægrov m.fl. 1994) kan forklare kvifor mange bestandar av villaks for tida er på historisk lågmål. Desse hypotesene ekskluderer ikkje kvarandre, men verkar i same lei og vil kunne forsterke kvarandre. Resultata av forsuring, låg havtemperatur og lakselusangrep på utvandrande smolt er at det kjem færre laks attende til elva og fordi ein måler resultatet som reduksjon i fangstane kan det vere vanskeleg å skilje effektane frå kvarandre.

VASSDRAGSKALKING SOM TILTAK

Dersom det er marginale vasskvalitetar som avgrensar overlevinga for fisk er kalking einaste aktuelle tiltak for å auke overlevinga. For 1996 vart det difor bevilga rundt 100 mill. kroner av Stortinget til kalking av sure vassdrag. Direktoratet for Naturforvaltning har definert følgjande hovudmålsettingar for den statleg finansierte kalkinga av vassdrag i Norge:

- Å REDDE FORSURINGSTRUEDE ORGANISMER
- Å LEGGE TIL RETTE FOR FRITIDSPISKE I FORSURINGSSRAMMETE OMRÅDER

Det er i aukande grad fokusert på bevaring av det biologiske mangfoldet også i samband med kalking, og det er sannsynlig at dette vil bli lagt endå større vekt på i tida som kjem.



Kvar einskild kalkingsprosjekt vil binde opp midlar helt til forsuringssituasjonen har betra seg, og det er difor viktig å gjere grundige vurderingar før det blir teke avgjerd om å setje i gang kalking. Av den grunn blir det berre gjeve statleg støtte til kalking i lokaliteter der det er dokumentert at forsuring har medført, eller vil medføre, endringar i det biologiske mangfaldet. Dette inneber at forsuringsskade eller reell forsuringstrussel må kunne dokumenterast.

Denne undersøkinga er meint å gje grunnlag for ei slik vurdering. Vi presenterer innleiingsvis ein kort gjennomgang av sentrale emne knytta til forsuring og tolegrenser for fisk. Gjennomgangen på dei neste sidene omhandlar dei emna som ligg til grunn for tolkinga av dei resultata som er presentert i samband med sjølve undersøkinga.

VASSKVALITET OG SKADER PÅ FISK

Bestandsutviklinga i 1095 innsjørar og utviklinga i evertebratsamfunna frå 165 lokalitetar i Norge er samanfatta i ei større analyse som nyleg er publisert (Lien m.fl. 1996). Det er her vist ein sterk samanheng mellom bestandsstatus og syrenøytraliserande kapasitet (ANC) og vidare ein klar samanheng mellom bestandsstatus og pH og konsentrasjonane av labil aluminium. Auka mengde kalsium og totalt organisk karbon (humus) modererte dei skadelege effektane av låg pH og høge konsentrasjonar av aluminium. Generelt er det låge konsentrasjonar av kalsium i vassdraga på Vestlandet og høgt humusinnhald finn ein normalt i elvar som drenerer myrområde. Det vart vidare konkludert med at laks var ein god indikatorart for forsuringsutvikling i elvar og aure ein god indikatorart for å vise utviklinga i innsjørar. Det er viktig å merkje seg at det er ein nær samanheng mellom ANC og både pH og labil aluminium (Lien m.fl. 1996). Dersom det er målt pH, mengde labil aluminium, kalsium og fargetal (humus) vil ein kunne fortelje det meste om forsuringssituasjonen i eit vassdrag på eit gjeve tidspunkt.

Det er ikkje surleiken åleine som reduserer overlevinga på fisken når eit vassdrag vert forsura, det er giftig aluminium som er den direkte dødsårsaka. Innhaldet av aluminium i overflatevatnet på Vestlandet er stadvis svært høgt (for Hordaland, sjå Johnsen og Kambestad 1994). Aluminium er svært vanleg i jordsmonnet, og kjem hovudsakleg frå vitra berggrunn. Ved forsuring aukar løyselegheita av aluminium og konsentrasjonen i avrenningsvatnet vert høgare. Det er spesielt den labile fraksjonen av aluminium som aukar når vatnet blir surare, og det er den labile delen som er giftig for fisken i forsura vassdrag. Årsaka til dette er at aluminium legg seg på gjellene og kan i verste fall medføre akutt død. Konsentrasjonar av labil aluminium på over 40 µg pr. liter kan i nokre høve vere akutt giftig for fisk (Rosseland mfl. 1992a).

Gjellene er det organet der ein først kan påvise verknadane av därleg vasskvalitet. Ein normal gjellefunksjon er avgjerande for fisken si helse og utvikling, både fordi dei syter for fisken sitt oksygenopptak og er viktige med omsyn til reguleringa av saltbalansen hos fisken. Samstundes er gjellene eit følsomt organ som raskt vil reagere på därleg vasskjemi. Dei endringane som ein oftast finn ved vanlege histologiske undersøkingar kan klassifiserast i to typer: Akutte degenerative endringar og kroniske hyperplastiske endringar.

Akutte endringar finn ein etter korte episodar med påverknad frå giftstoff, t.d. aluminium. Typiske symptom er ødem under det respiratoriske vevet, slik at dette vert sprengt av frå pillarcellane under. I ekstreme tilfelle vil epitelet lausne og fisken vil døy nokså raskt. Det er vanlegvis ingen hypertrofe eller hyperplastiske endringar ved denne type skader, men aluminiumutfelling på gjellene kan påvisast i tida like etter episoden.

Moderate og tidlege endringar av meir kronisk karakter vil vere hypertrofiske, - epitelcellane svulmar opp, noko som vanlegvis skjer ved osmotiske forstyrringar og meir akutte påverknadar. Slike skader kan utvikle seg vidare til hyperplastiske endringar, - det skjer ein auke i antall celler som dekkjer gjellene. Ved kroniske irritasjonar er det vanleg at talet på slimcellar aukar og at dei også kan påvisast nærmare spissen på sekundærlamellane. Aluminiumspåverknad over tid kan såleis gje meir langvarige gjelleskadar som kan påvisast ved histologiske undersøkingar i ettertid.



Hausten 1995 gjennomførte Rådgivende Biologer as. undersøkingar av ungfisk i 20 elvar i Hordaland og Sogn og Fjordane der det også inngjekk gjelleanalyser. Mellom desse vassdraga var det elvar med god vasskvalitet og elvar som er mellom dei suraste i Hordaland der laksebestandane døydde ut for mange år sidan. Gjelleundersøkingane av fisk frå desse 20 elvane viste at det ikkje kunne påvisast aluminiumsutfelling på gjellene av laks eller aure før konsentrasjonane av labil aluminium i ellevatnet kom over $30\mu\text{g Al/l}$ og det vart ikkje påvist tydelege vevsskader på gjellene der konsentrasjonen av labil aluminium var under $30\mu\text{g Al/l}$.

For laksesmolt diskuterar ein for tida om endå lågare konsentrasjonar av labil aluminium kan medføre problem for smolten ved utvandring til sjø (Frode Kroglund, NIVA, pers. medd.). I eksperiment er det vist at laksesmolt som er eksponert for surt, aluminiumsrikt vatn før han går ut i sjøen kan få problem med osmoreguleringa i saltvatn. I eksperimenta er det vist at slike skader kan oppstå ved pH opptil 6,2 og konsentrasjonar av labil aluminium ned til $15\mu\text{g Al/l}$, altså ved høgare pH og mindre aluminium enn det som er rekna som skadeleg for yngre lakseungar (Frode Kroglund, NIVA, pers medd.). Redusert eller øydelagt evne til å regulere saltinnhaldet ved aluminiumsutfelling på gjellene kan ha vore årsaka til svært høg dødleghet på utsett smolt frå eit fiskeanlegg med sur vasskjeldje i Nordhordland i 1995 der pH verdiane låg mellom 4,8 og 5,2 og konsentrasjonane av labil aluminium var $45 - 65\mu\text{g Al/l}$ (Johnsen 1995). Etter at vasskjelda vart kalka overlevde smolten godt etter utsetting (Kålås, Sægrov & Johnsen 1996).

Innhaldet av aluminium i overflatevatnet varierer ikkje berre mellom lokalitetar med forskjellig surleiksnivå og varierande berggrunnstilhøve. Det varierer også over tid på den einskilde lokaliteten. I periodar med låge pH-verdiar vinterstid vil difor aluminiumsinnhaldet i vassdraga vere høgare enn elles i året. Under spesielle surstøytepisodear vil også aluminiumsinnhaldet auke i vassdraga. I humusrike vassførekromster, særleg langs kysten, kan imidlertid innhaldet av aluminium vere ekstremt høgt utan at det gjev problem for fisken (Johnsen & Kambestad 1994). I slike høve er aluminiumet bunde til humusprikler, og denne forma for organisk bunde aluminium er ikkje giftig for fisk.

SURSTØYT VED SJØSALTEPISODER

Surleiken i vassdraga vil variere både frå år til år og gjennom året, avhengig av mengda sure tilførslar og kor nedbøren kjem frå. Det er ein vanleg observasjon at vassdraga er surast om våren i samband med snøsmeltinga. Dei seinaste åra er det registrert til dels kraftige surstøyt i vassdraga midtvinters på grunn av såkalla sjøsaltepisodar (Hindar m.fl. 1995).

Kystnære område mottek ofte sjøsalt med nedbøren, - spesielt i periodar med kraftig vind. Store mengder sjøsalt påverka nedbør kan føre til at vatnet i vassdraga blir endå surere enn det tilførslane frå den vanlege nedbøren skulle tilseie. Dette skuldast at natrium frå sjøsalt blir halde attende i jordsmonnet og desse ionene blir skifta ut med hydrogen og aluminium, og som så blir frigjort til vassdraga. Ved store tilførslar av sjøsalt vil ein då kunne oppleve at store mengder surt og aluminiumsrikt avrenningsvatn gjev surstøytepisodear i vassdraga. Desse episodane er vanlegvis kortvarige, men det sure vatnet kan opphalde seg lengre i innsjøer og dermed gjere vatnet surt i eit noko lengre tidsrom. På grunn av låg pH vil dei høge konsentrasjonane av aluminium i slike tilfelle føreliggje i den labile forma som er giftig for fisk og botndyr. Slike surstøyt kan føre til akutt dødelegheit for vasslevende organismar (Barlaup og Åtland, i trykk).

Ein føresetnad for at nedfall av mykje havsalt skal gje surstøytepisodear er at jordsmonnet allereie er heilt eller delvis utarma for basekationer på grunn av langvarig eksponering for sur nedbør. Surstøyt vil difor berre finne stad i område der det allereide er moderat eller kraftig surt, men effekten vil venteleg bli størst i vassdrag som er moderat forsura. Vintrane 1992, 1993 og 1994 var det periodar med mykje nedbør og sterkt vind midtvinters, og dette førte til ekstreme surstøytepisodear og fiskedød i vassdrag på Vestlandet (Hindar mfl. 1993; Kroglund mfl. 1994, Barlaup og Åtland, i trykk).



Sjøsalttilførsel er naturleg og vanleg langs kysten, der det i dei ytste områda er ein tilnærma kontinuerleg tilførsel av salt (Johnsen & Bjørklund 1993). I slike område vil det alltid vere mykje natrium i jordsmonnet, og det er derfor mindre sannsynleg at surstøytepisoder vil finne stad i slike kystvassdrag.

ALUMINIUM I BLANDSONER

I område der svært surt og aluminiumsrikt vatn møter vesentleg mindre surt vatn kan det oppstå blandsoner. I desse sonene vil surleiken bli relativt fort utjamna, men aluminiums-forbindelsane treng litt lenger tid før dei er stabile. I denne fasen kan det oppstå spesielt giftige kompleks av aluminium som gjer at tilhøva kan bli akutt giftige for fisk (Rosseland mfl. 1992 b). Blandsonene varer lenger ved låge enn ved høge temperaturar og er også meir giftige når temperaturen er låg (Paleo 1995).

Det er viktig å ta omsyn til førekommst av blandsoner både i forvaltinga og den direkte utnyttinga av vassdrag, og blandsoner finn ein til dømes:

- der sure sideelver møter større vassdrag med betre vasskvalitet,
- der vatn frå kalka greiner møter vatn frå sure og ukalka greiner,
- ved utslepp frå kraftverk
- i smoltanlegg der det sure råvatnet blir behandla, men der aluminiumskompleksa ikkje har fått tilstrekkeleg tid til å stabilisere seg.

Elva Audna i Vest-Agder er kalka, men det renn inn sideelvar som har svært dårlig vasskvalitet. Undersøkingar av tettleik av laks- og aureungar i blandsoner i mars 1993 viste at gjennomsnittleg tettleik av fiskeungar nedstraums blandsonene normalt ikkje var påverka av vasskvaliteten i dei sure sideelvane, men i blandsoner der det kom inn vatn med ekstremt dårlig vasskvalitet frå sideelva (pH under 4,8 og konsentrasjonar av lablit aluminium på over 200 µg Al/l) var det fisketomt. I blandsoner der det kom inn vatn med betre vasskvalitet enn dette vart det fanga fisk. Resultata frå denne undersøkinga viser at fisk unngår eller dør i blandsoner der det er ekstreme skilnader i vasskvalitet mellom dei to vasskjeldene (Åtland og Barlaup 1995). På Vestlandet er det langt mellom stader der ein finn slike ekstremt dårlige vasskvalitetar med konsentrasjonar av labil aluminium på over 200 µg Al/l (Johnsen og Kampestad 1994).

TÅLEGRENSEN OG SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET

Det er utarbeidd tålegrenser med omsyn på forsuring for mange ferskvasslevande organismar,- både for mange fiskearter og for evertebrater. Desse tålegrensene er basert på vasskvalitetsmål der dei vasskjemiske målingane er samanstilt i uttrykket **syrenøytraliserende kapasitet = ANC** (Acid Neutralizing Capacity). Dette er eit omgrep som samanstiller balansen mellom basekationar og anionane av sterke syrer, altså skilnaden mellom mengda tilført forsurande stoff og jordsmonnets mengde av tilgjengelege basekationar.

$$\text{ANC} = \text{basekationer - sterke syrs anioner} = (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^-)$$

Sjølv utrekninga av ANC inkluderer også en del omrekningar, slik at ein ikke utan vidare kan summere dei målte konsentrasjonar slik som vist over. Mange av desse stoffa stammar frå sjøsalttilførslar til vassdraga, men disse tilførslane er kompensert for i utrekninga av ANC, slik at det berre er tilførslane frå nedslagsfeltet og frå sur nedbør som inngår i utrekninga.

Det er påvist tydelige skilnader i tålegrenser for ulike fiskeartar, der abbor er den fiskearten som tåler dei lågaste ANC-verdiane, medan laks synest å være den som er mest utsett når vatnet blir surt og aluminiumsrikt. Laks og aure blir difor brukte som indikatorartar for fisk med omsyn til forsuringsutvikling i Norge (Lien m.f . 1996). Ein ANC-verdi på 20 µekv/l er rekna som akseptabel tålegrense for fisk og evertebrater i Norge. Lågare ANC-verdiar enn dette kan føre til skade på bestandane.



TABELL 1: ANC-konsentrasjon ($\mu\text{ekv/l}$) for laks, aure og røye der 25% og 50% av bestandane er reduserte eller utdødde. (frå Lien m.fl. 1996)

ART	% REDUSERTE BESTANDAR		% UTDØYDDE BESTANDAR		ANTAL BESTANDAR
	25 %	50 %	25 %	50 %	
Laks	ANC = 10	ANC = 5	ANC = 5	ANC = 0	n = 30
Aure	ANC = 10	ANC = 0	ANC = -10	ANC = -20	n = 827
Røye	ANC = 10	ANC = -5	ANC = -10	ANC = -15	n = 169

ANC er det vanlege vasskvalitetsmålet som blir nytta i samband med forsuring og tålegrenser for vasslevande organismar, og det er normalt ein god samanheng mellom pH, konsentrasjonane av labil aluminium og ANC (Kroglund m.fl. 1994, Lien m.fl 1996). For laks er det vist at det er eit relativt smalt spekter av ANC verdiar frå det er registrert ein liten skade på lakseungane til bestanden er utdøydd. Det er registrert reduserte bestandar ved ANC verdiar (årleg gjennomsnitt) på ca. 18 og lågare. Samanstillinga viste at 50% av bestandane går tapt når gjennomsnittleg ANC er 0, medan ingen bestandar er igjen ved ANC verdiar under -15. For aure er spekteret langt større. For denne arten er det registrert reduserte bestandar ved ANC på 30, 50% av bestandane går tapt ved ANC på -20 og alle er utdøydde ved ANC på -42 (Lien m. fl. 1996).

Det er viktig å merkje seg at ein finn mange intakte laksebestandar i elvar der den gjennomsnittlege ANC verdien ligg godt under 20 og dette er i vassdrag der konsentrasjonane av labil aluminium er relativt låge og pH er relativt høg (Kroglund m.fl. 1994). Det er heller ikkje lagt fram dokumentasjon som viser effektane av blandsoner på overleving av lakseungar i elvar eller at vill laksesmolt faktisk får slike problem som dei nemnde eksperimenta med sjøvasstoleranse indikererer.

Når det gjeld surstøyt i samband med sjøsaltepisodar, kan ANC-verdiane bli svært låge og negative. Dette skuldast sjølve utrekningsmåten av ANC, der ein i ekstreme høve kan operere med negative konsentrasjonar av samlege basekationer etter at ein har "sjøsaltkorrigert" dei observerte konsentrasjonane av dei einskilde stoffa i vassprøva frå vassdraget. Negative konsentrasjonar av stoff er sjølvsgart ikkje mogleg anna enn i teoretisk samanheng, og verknadane på livet i vassdraga samsvarer difor ikkje med desse ekstreme teoretiske verdiane for ANC. Dei biologiske responsane heng i slike høve saman med innhaldet av giftig aluminium, som igjen er avhengig av surleiken. Ved sjøsaltepisodar med tilhøyrande surstøyt, er det difor best å vurdere skadeverknadane berre ut frå pH og innhald av labil aluminium. ANC-verdiane kan i desse høva ikkje nyttast.



OMTALE AV VASSDRAGET

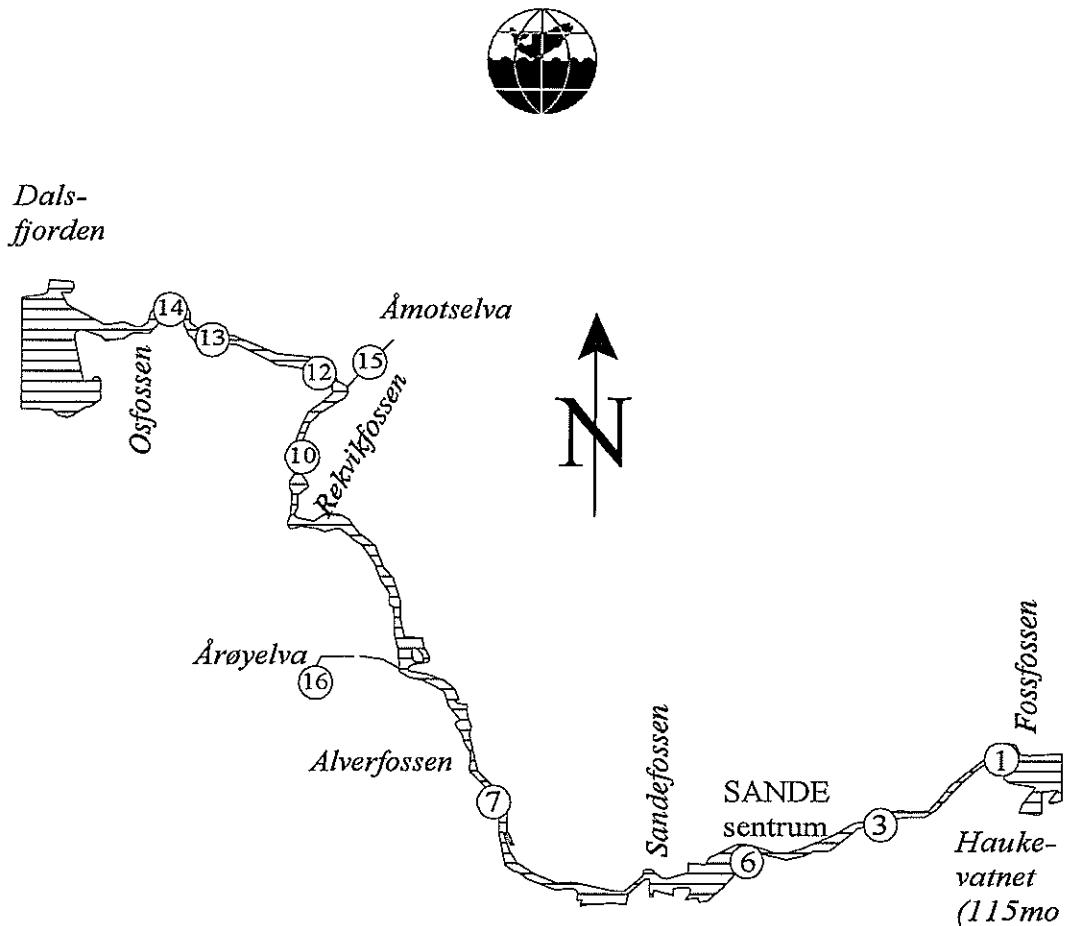
Gaulavassdraget i Sunnfjord ligg sentralt i Sogn og Fjordane og har eit samla nedslagsfelt på 630 km². Vassdraget ligg i hovudsak i Gauldalen kommune, men deler av vassdraget ligg i kommunane Førde, Balestrand, Høyanger, Fjaler og Jølster.

Dei øvste delane av vassdraget utgjer to greiner, ei sørleg som kjem fra Gaulafjellet og renn ned Eldalen til Viksdalsvatnet midt i vassdraget, og ei nordleg som kjem fra områda mellom Grovabreen og Jostefonn. Denne greina renn ned Haukedalen og til Viksdalsvatnet. Herfrå renn hovudelva vestover og endar i sjøen i Osen inst i Dalsfjorden (Figur 1).



FIGUR 1: Gauldalen kommune med Gaular-vassdraget og Gaular inntekna. Den laks- og sjøaureførande elvestrekninga er presentert i figur 2, der prøvetakingsstasjonane er avmerka .

Den lakse- og sjøaureførande delen er 14,5 km og kan naturleg oppdelast i fem soner som er skilde av fem markerte fossar. I Osfossen, Rekvikfossen og Alverfossen er det bygd laksetroppar. Troppa i Osfossen blei bygd allereie i 1871, og er den eldste laksetroppa i landet.



FIGUR 2: Kart over den anadrome strekninga i Gaula med plassering av stasjonar der det vart utført elektrofiske i november 1995. Nummereringa er den same som har vore nytta ved tidlegare undersøkingar (Kålås m.fl. 1984). På stasjon 1, 7 og 12 vart det teke vassprøver og fisk til undersøking av gjeller.

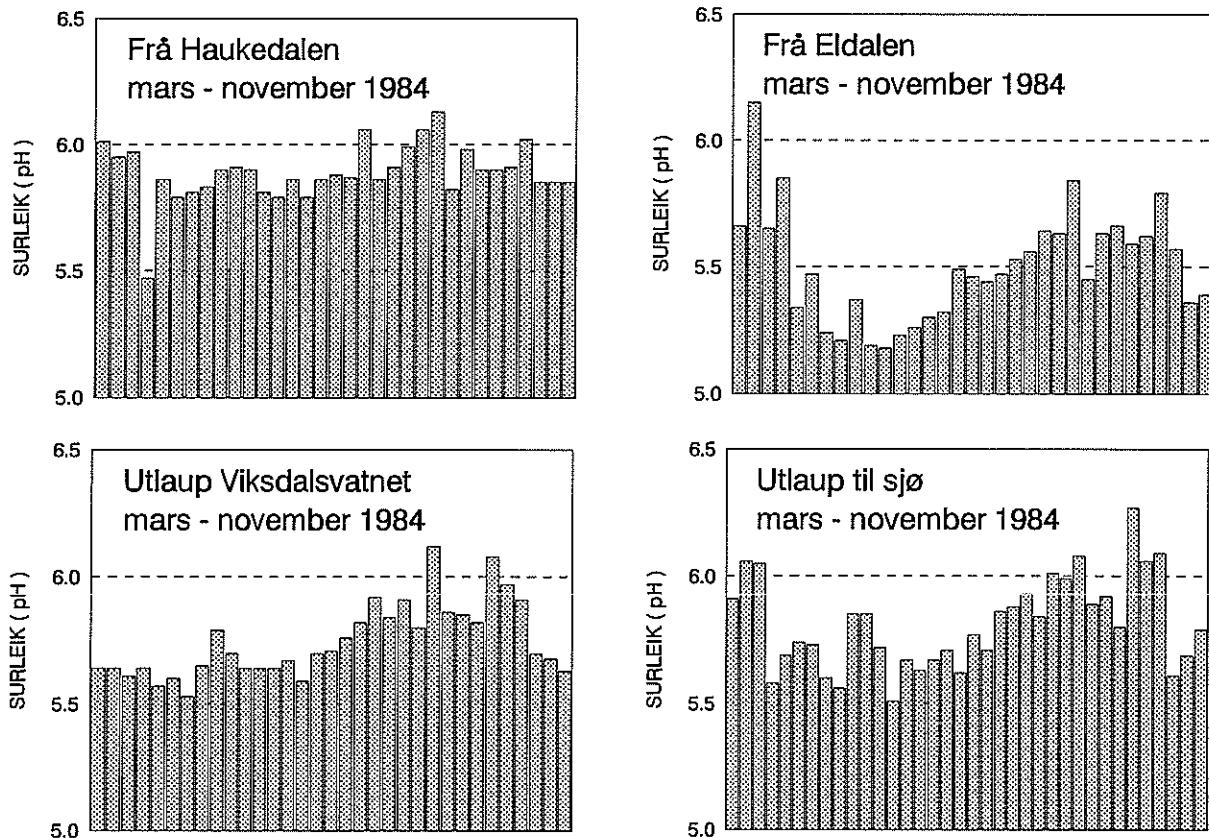


VASSKVALITET

Vasskvaliteten i Gaulearvassdraget er godt undersøkt tidligere, både som del av "nasjonalt program for forurensingsovervåking", men også i samband med ei større undersøking i 1984. Under feltarbeidet hausten 1995 vart det teke tre vassprøver. For å beskrive vasskvaliteten i den anadrome delen av vassdraget er det naturleg å ta utgangspunkt i undersøkinga frå 1984.

SURLEIK

Gaulearvassdraget varmoderat surt i 1984 då pH-verdiane stort sett låg mellom 5,5 og 6,0 (Lien mfl. 1986). Det vart berre påvist tydelege forsuringsskadar på evertebratfaunaen i den sure sidegreina i Eldalen der vatnet var vesentleg surare enn i dei andre delane av vassdraget. Det vart ikkje påvist forsuringsskadar eller faretrugande låge pH-verdiar i dei anadrome delane av vassdraget, og vasskvaliteten var best i dei nedste delane nær sjøen. Verdiane av pH som vart målte hausten 1995 (tabell 2) ligg på same nivå som i 1984 (figur 3).

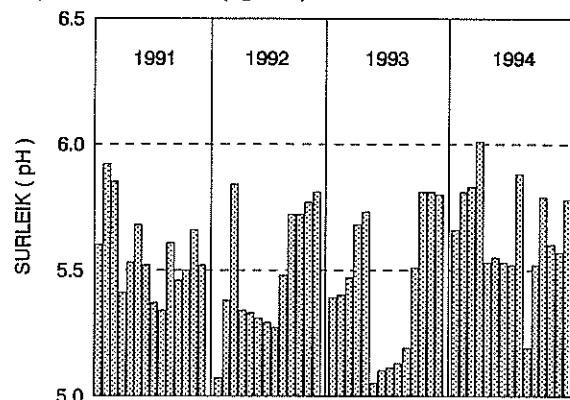


FIGUR 3: Veklede målingar av surleik (pH) på fire stadar i Gaulearvassdraget frå mars og ut oktober 1984 (frå Lien mfl. 1986). Vasskvaliteten i vassdraget har ikkje endra seg mykje sidan den tid (Hesthagen og Saksgård 1995). De to øvste målepunkta er frå dei to hovudtilførslane til Viksdalsvatnet, medan målingane ved utlaupet av Viksdalsvatnet er representative for vasskvaliteten i den øvste delen av den anadrome strekninga i vassdraget.

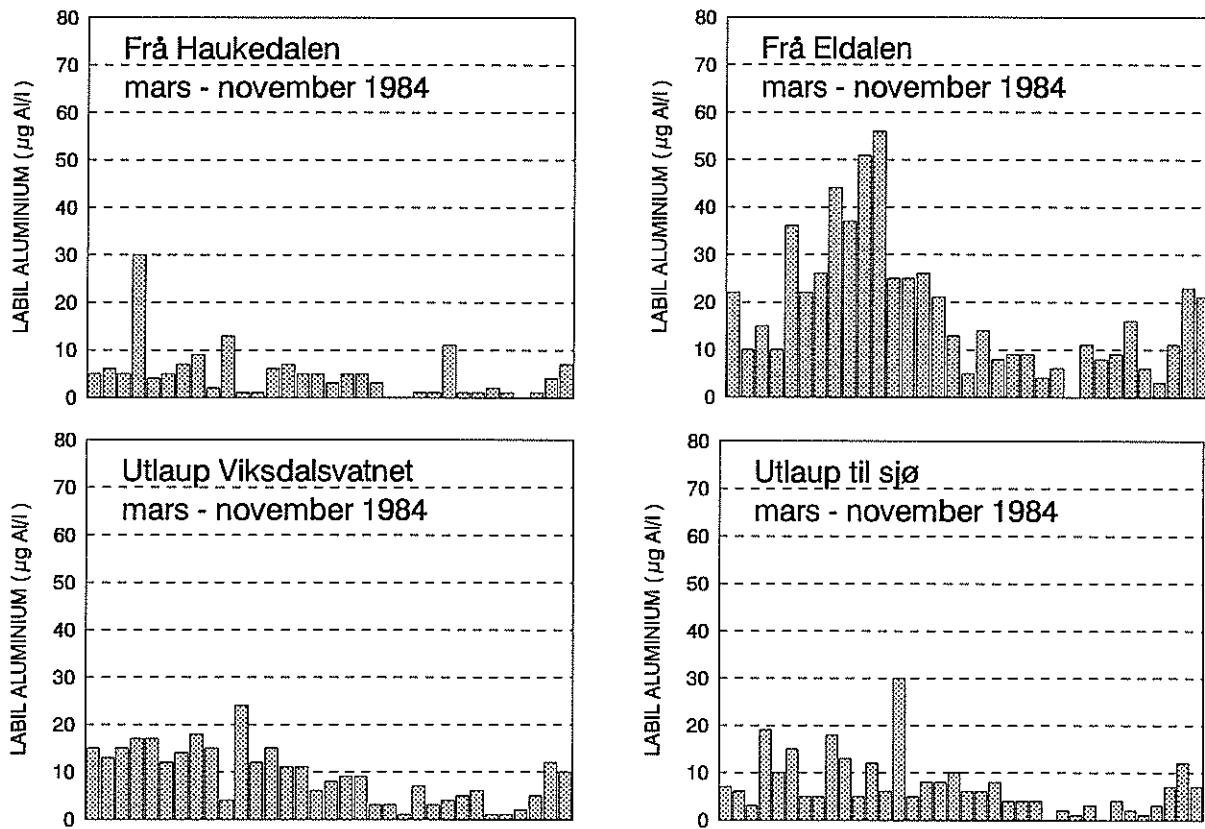


Det statlege overvakingsprogrammet omfattar ikkje målingar av vasskvaliteten i dei nedre delane av vassdraget og dermed har ein dårleg oversikt over vasskvalitetestilhøva for dei anadrome fiskebestandane. Overvakinga er konsentrert til innlaupet til Viksdalsvatnet frå Eldalen som er den klart suraste delen av heile vassdraget. For denne delen av vassdraget har ikkje vasskvaliteten utvikla seg i negativ lei, med unnatak av dei ekstreme surstøytepisodane ved nyåret 1991/92 og vinteren 1993 (figur 4).

FIGUR 4: pH i innlaupet til Viksdalsvatnet frå Eldalen om lag månadleg i åra 1991-1994. Resultata er henta frå SFT 1992, 1993, 1994, 1995). Dette er den suraste delen av Gaulavassdraget og ligg langt ovanfor den anadrome strekninga.



LABIL ALUMINIUM

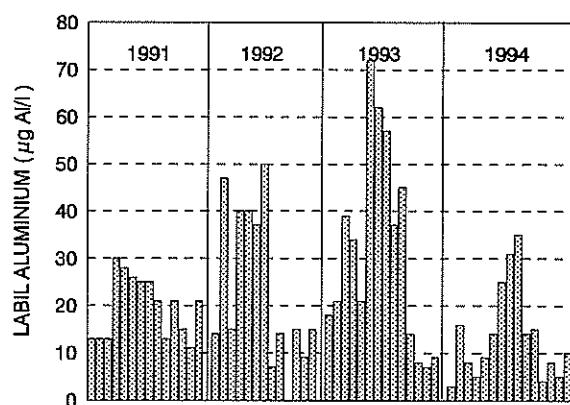


FIGUR 5: Veklede målingar av labil aluminium i ellevatnet på fire stadar i Gaulavassdraget frå mars og ut oktober 1984 (frå Lien mfl. 1986).



Konsentrasjonane av labil og giftig aluminium var låge gjennom heile 1984 på tre av dei fire undersøkte stasjonane (figur 5). Berre ved eitt høve var innhaldet over 20 µg Al/liter på alle stasjonane, medan mengda av labil aluminium var vesentleg høgare i vatnet frå Eldalen. Der var det i perioden april til juni jamnt meir enn 20 µg Al/l og i mai var det over 40 µg Al/l. Innhaldet av aluminium i utlaupet frå Viksdalsvatnet var stort sett rundt 15 µg/l og lågare, medan det ved Osen vanlegvis var under 10 µgAl/l, unntaksvis opp mot 15 µg/l. Verdiane frå den anadrome strekninga er i samvar med verdiane som vart målte hausten 1995, men ved det siste høvet vart det observert heile 30µg labil Al/l øvst på den anadrome strekninga. Dette er høgt i høve til dei tidlegare målingane, og må vere eit resultat av lokal påverknad i elva ved prøvetakinga.

FIGUR 6: Innhold av labil aluminium (µg Al/l) målt i innlaupet til Viksdalsvatnet frå Eldalen om lag månadleg i åra 1991-1994. Resultata er henta fra SFT 1992, 1993, 1994, 1995). Dette er den suraste delen av Gaulearvassdraget og ligg langt ovanfor den anadrome strekninga.



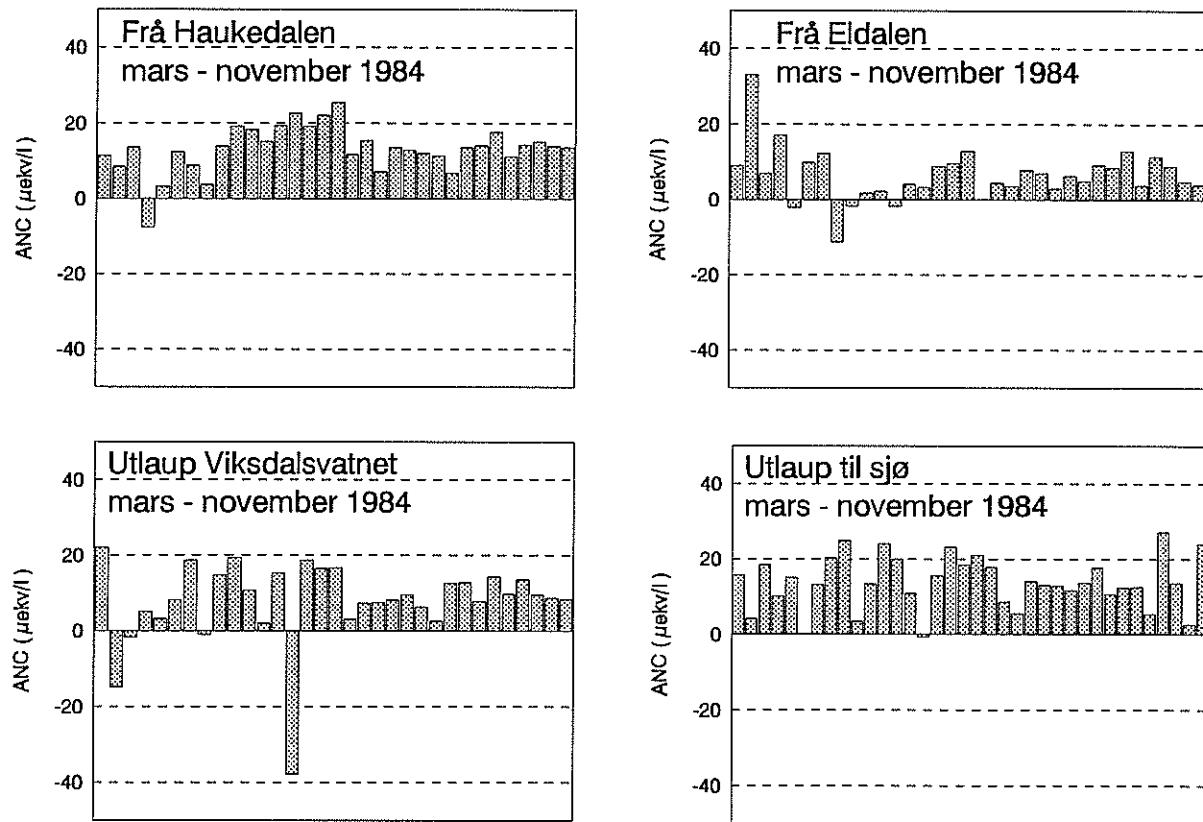
Resultata frå overvakainga av vasskvaliteten der elva frå Eldalen renn inn i Viksdalsvatnet viser at innhaldet av aluminium både i 1991 og 1994 faktisk var lågare enn i 1984, medan det i samband med dei sure vintrane i 1992 og 1993 var observert om lag same mengda og noko høgare i 1993. Dette skuldast ekstreme tilhøve denne vinteren og under snøsmeltinga om våren, og det førte andre stader til fiskedød (Hindar m.fl. 1993, 1994, Barlaup og Åtland, i trykk).

Vatnet frå Eldalsgreina har alltid hatt dårligare vasskvalitet enn vatnet i den anadrome delen, slik at ein må konkludere med at det enkeltståande måleresultatet frå øvre del av den anadrome strekninga hausten 1995 ikkje er representativt for denne delen av vassdraget.

SYRENØYTRALISERANDE KAPASITET

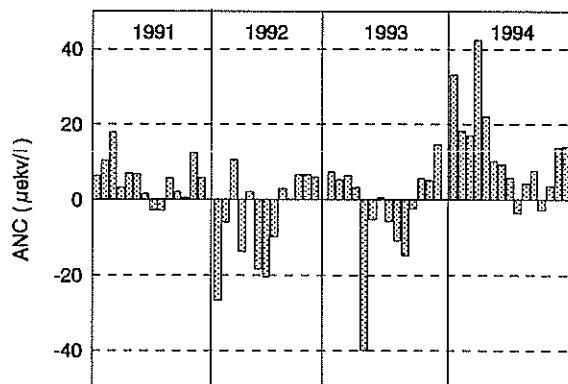
Den syrenøytraliserande kapasiteten (ANC) i dei einskilde delane av vassdraget avspeglar dei tidlegare omtalte surleikstilhøva. Elva i Eldalen hadde i 1984 dei lågaste verdiane og ANC låg jamnt mellom 0 og 10 µekv/l, medan ANC-verdiane i greina frå Haukedalen låg mellom 10 og 20 µekv/l. Ved utlaupet til sjø var verdiane om lag som i elva i Haukedalen, men med noko større variasjon, og i utlaupet frå Viksdalsvatnet var verdiane litt lågare enn ved utlaupet av Gaula (figur 7). Dei negative verdiane som vart registrerte i 1984 skuldast sjøsaltepisodar, der utrekninga av ANC-verdiane opererer med negative konsentrasjonar av eitt eller fleire av basekationa. Dette gjer at desse verdiane ikkje er til lite på og bør utelatast i vurderinga.

Overvakainga av elva frå Eldalen viser at det dei siste åra har vore variabel vasskvalitet med spesielt låge ANC-verdiar under surstøyt grunna sjøsaltepisodane vintrane 1992 og 1993. Dei negative verdiane kan ein sjå bort i frå også i denne samanhanga fordi dei ikkje er reelle, men eit resultat av utrekningsmetoden som ikkje gjev representative resultat i slike situasjonar. ANC-verdiane frå 1994 er høgare enn tidlegare målingar.



FIGUR 7: Utrekna syrenøytraliserande kapasitet (ANC) frå veklege målingar på fire stasjonar i Gaujarvassdraget frå mars og ut oktober 1984 (frå Lien mfl 1986).

FIGUR 8: Utrekna syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i innlaupselva til Viksdalsvatnet frå Eldalen jamnleg i åra 1991-1994. Resultata er henta frå SFT 1992, 1993, 1994, 1995). Dette er den suraste delen av Gaujarvassdraget og ligg langt ovanfor den anadrome strekninga. Dei negative verdiane skuldast sjøsaltepsiodar då metoden for utrekninga ikkje gjev representative resultat.



VURDERING

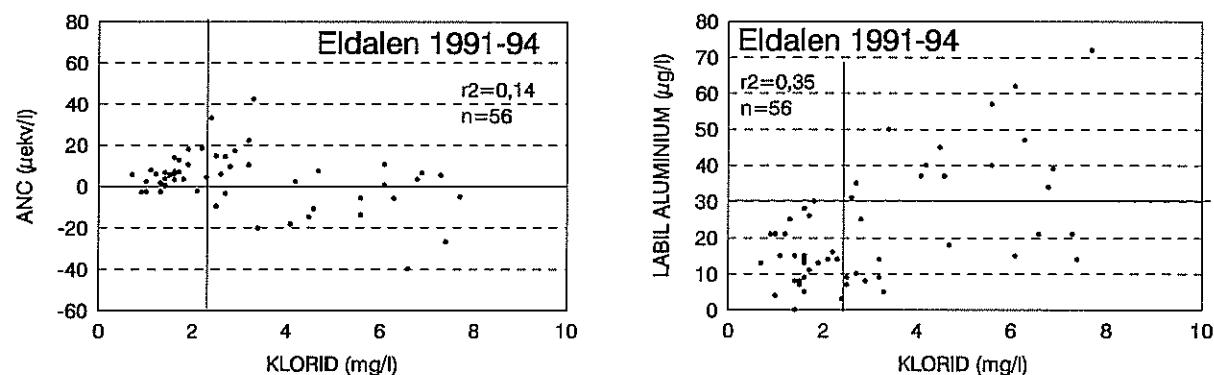
Det har ikkje skjedd noka vesentleg endring i vasskvaliteten frå 1984 og fram til 1995, og framleis er elva i Eldalen den suraste. I 1984 vart det slått fast at "ingen forsuringsskader er registrert på fiskebestandene i den lakseførende delen av elven", og med dei observerte verdiane av både labil aluminium og ANC held denne konklusjonen enno. Ved ei samanlikning av vasskvalitet og status for fiskebestandar i mange vatn langt oppe i vassdraget i 1994 med resultat frå 1973 og 1984, vart det heller ikkje påvist noko



forsuringsutvikling i vassdraget. Vassdraget har likevel forsuringsfølsomme tilhøve og vasskvaliteten kan i spesielle periodar vere marginal for fisk i dei øvste delane (Hesthagen & Saksgård 1995).

Ved undersøkinga hausten 1995 vart det funne noko dårligare vasskvalitet enn i 1984 i dei øvre delane av den anadrome strekninga (tabell 2), men dette kan vere lokalt påverka eller også representere ein avvikande periode i samband med store nedbørsmengder og flaum i vassdraget like før prøvetakinga.

Dei negative ANC-verdiane i overvakningsresultata frå 1991-1994 (figur 9) og frå dei veklede målingane gjennom 1984 skuldast uvanleg stor sjøsalt påverknad i nedbørssfeltet og ueigna utrekningsmåte for ANC. Samstundes er det stort sett berre i desse periodane at det er registrert eit høgt innhald av labil aluminium i vassdraget. Utanom desse sjøsaltperiodane er det ikkje registrert konsentrasjonar av labil aluminium over 30 µg Al/l (figur 9).



FIGUR 9: Samanheng mellom klorinnhaldet og syrenøytraliserande kapasitet (til venstre) og innhald av labil aluminium (til høgre) i innlaupet til Viksdalsvatnet frå Eldalen i åra 1991-1994. Ein antek at klorid berre kjem frå tilførslar av sjøvatnpåverka nedbør. Når kloridinnhaldet er over 2,5 mg/l har ein i dette vassdraget såkalla sjøsaltepsiodar. Resultata er henta frå SFT (1992, 1993, 1994, 1995).

TABELL 2: Analyseresultat frå vassprøver tekne i Gaula under feltarbeidet i november 1995. Prøvene er analysert ved Hordaland fylkeslaboratorium.

PARAMETER	EINING	NEDE STASJON 14	MIDT PÅ STASJON 7	OPPE STASJON 1
Surleik	pH	6,14	5,72	5,71
Kalsium	mg Ca/l	1,00	0,51	0,47
Magnesium	mg Mg/l	0,38	0,19	0,20
Natrium	mg Na/l	1,66	1,12	1,36
Kalium	mg K/l	0,91	0,44	0,45
Sulfat	mg S/l	1,28	1,02	1,16
Klorid	mg Cl/l	3,80	2,30	2,60
Nitrat	µg N/l	165	120	130
Reak. alum.	µg Al/l	60	35	70
Illab. alum.	µg Al/l	60	30	40
Labil alum.	µg Al/l	0	5	30
Syrenøytral.kap	ANC µekv/l	30,5	6,0	3,4



UNGFISK

Fiskeundersøkinga omfatta fiske med elektrisk fiskeapparat på 10 stasjonar den 10. og 11. november 1995 (Figur 2). Åtte av desse ti stasjonane har også vore fiska ved tidlegare undersøkingar (Kålås m.fl 1984, Lien m.fl. 1986) slik at samanlikning er mogeleg. Det er verd å merkje seg at undersøkinga vart gjennomført etter den store flaumen i oktober, og den høge vassføringa kan ha påverka fordelinga av fisk i elva og dermed også våre resultat samanlikna med tidlegare undersøkingar. På kvar stasjon vart eit areal på 100m² overfiska tre gonger med ca. ein halv times mellomrom etter ein standardisert metode (Bohlin m.fl. 1989). All fisk vart artsbestemt og lengdemålt og eit utvalg av fiskane vart tekne med og seinare oppgjort. For desse fiskane vart alderen bestemt ved analyse av otolittar (øyrestinar) og kjønn og kjønnsmogning bestemt. Vassføringa var relativt låg og vasstemperaturen var 6°C.

TETTLEIK OG ALDER I 1995

Totalt vart det fanga 168 lakseungar og 257 aureungar på dei 8 stasjonane i hovudelva. Gjennomsnittleg fangst pr. stasjon var 21 laks og 49 aurar. Den høge tettleiken av aure skuldast først og fremst svært høg tettleik av 0+ aure på stasjon 13 og 14 lengst nede i elva. På dei andre stasjonane var det mindre skilnad. Estimata for gjennomsnittleg tettleik låg litt høgare enn fangsten, 24,8 for laks og 52,8 pr. 100/m² for aure. Gjennomsnittleg fangbarheit var 0,47 for laks og 0,60 for aure. Det var stor variasjon i fangsten på dei ulike stasjonane, for laks varierte fangsten frå 1 - 61, og for aure var skilnadene endå større, frå 10 - 188 (Tabell 3). På den eine stasjonen i Åmotselva vart det fanga 9 laks og 6 aurar, og fangbarheita var høvesvis 0,51 og 0,41 for dei to artane. På stasjonen i Årøyelva var fangsten 29 laks og 36 aurar, med høvesvis fangbarheit på 0,61 og 0,59. I Årøyelva var lakse- og aureungane større enn på dei andre stasjonane og biomassen av fisk var klart høgare i Årøyelva, både av laks og aure, enn på nokon av dei andre stasjonane.

TABELL 3: Fangst under kvar av tre elektrofiske omgangar på 8 stasjonar i Gaula og ein stasjon i Åmotselva og ein i Årøyelva den 10. og 11. november 1995. Stasjonsnummereringa er den same som ved tidlegare undersøkingar (Lien m.fl. 1986).

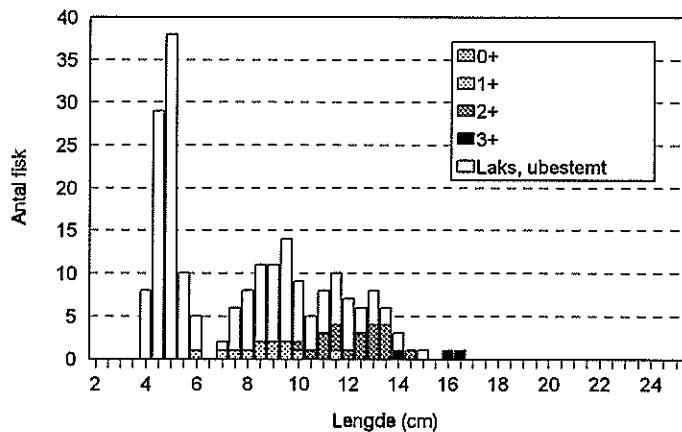
STASJON	LAKS					AURE				
	Fiskeomgang			Sum	Tettleiks-estimat N/100m ²	Fiskeomgang			Sum	Tettleiks-estimat N/100m ²
	1	2	3			1	2	3		
1	5	5	1	11	13,4	8	3	2	13	14,5
3	11	4	4	19	23,0	3	6	5	14	-
6	8	6	1	15	16,7	9	0	1	10	10,1
7	36	17	8	61	68,2	16	2	4	22	23,4
10	13	8	8	29	53,3	54	16	7	77	80,1
12	17	10	4	31	35,7	12	3	1	16	16,3
13	1	0	0	1	1,0	128	41	19	188	197,5
14	1	0	0	1	1,0	27	22	6	55	65,6
SUM	92	50	26	168	24,8	257	93	45	395	52,8
15 (Åmot)	5	3	1	9	10,2	3	2	1	6	7,6
16 (Årøy)	18	9	2	29	30,8	24	7	5	36	38,7



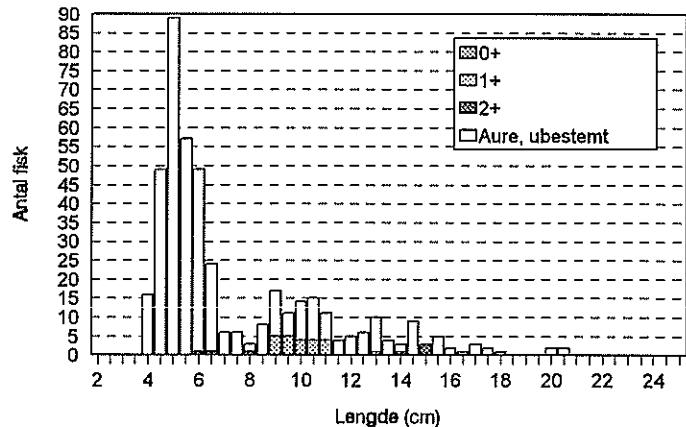
LENGDE OG VEKST

Lengdefordelinga av laks viser to hovudgrupper, den eine er årsungar som er fordelt i lengdeintervallet 4,0 – 6,4 cm. Den neste gruppa er samansett av dei tre årsklassane 1+, 2+ og 3+ som har høvesvis to, tre og fire vekstsessongar bak seg i elva og der dei største og minste i dei respektive årsklassane er like store. For aure var det relativt klare storleiksskilnader mellom aldersgruppene (Figur 10 og Figur 11).

FIGUR 10: Lengdefordeling av lakseungar fanga under elektrofiske på 10 stasjonar i Gaula i november 1995 (n=206).



FIGUR 11: Lengdefordeling av aure fanga under elektro fiske på 10 stasjonar i Gaula i november 1995 (n = 437).



Den totale lengdefordelinga omfattar alle fiskane frå hovudelva, Åmotselva og Årøyelva, medan det berre er bestemt alder på fisk frå stasjonane i hovudelva.



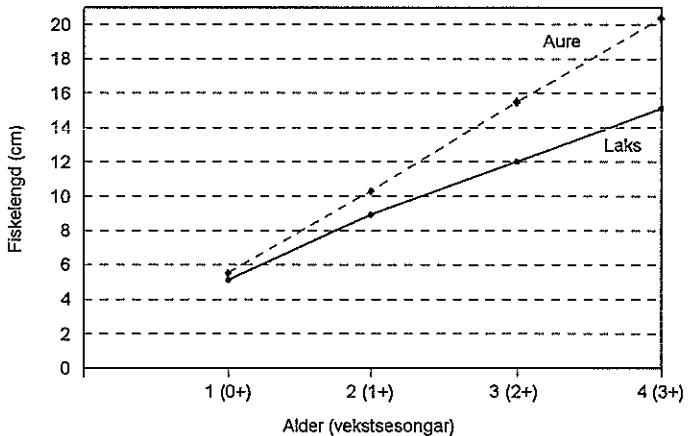
TABELL 4: Gjennomsnittleg lengde i mm \pm standard avvik og lengdevariasjon for ulike aldersgrupper av laks og aure som var fanga under elektrofiske på 8 stasjonar i Gaula 10. og 11. november 1995. Alle fiskane har fått ein alder utfrå fordelinga i det aldersbestemte materialet.

	ALDER I VEKSTSESONGAR (ÅR)				Totalt
	1 (0+)	2 (1+)	3 (2+)	4 (3+)	
LAKS					
Antal	86	44	34	4	168
Lengd \pm s.d.	51 \pm 4,7	89 \pm 8,9	120 \pm 11,5	152 \pm 9,5	
Min.- maks.	40 - 64	72 - 106	100 - 141	143 - 168	40 - 168
AURE					
Antal	280	90	22	3	395
Lengd \pm s.d.	55 \pm 6,8	103 \pm 14,8	155 \pm 9,9	204 \pm 3,7	
Min.- maks.	40 - 73	75 - 135	140 - 175	200 - 209	40 - 209

Aureungane veks litt raskare enn lakseungane og er etter første vekstsesongen (som 0+) gjennomsnittleg 0,4 cm lengre enn laksen (høvesvis 5,9 og 5,1 cm). Etter to vekstsesongar er aureungane gjennomsnittleg 10,3 cm og lakseungane 8,9 cm. For laks som er eldre enn 2 år avtek veksten, og dette er mest sannsynleg eit resultat av at dei laksane som veks raskast går ut i sjøen som smolt etter to år i elva, medan dei som veks seinast ikkje blir smolt før dei er tre og fire år gamle. Auren veks jamnt til og med den fjerde vekstsesongen (Tabell 4, Figur 12).

Undersøkingar som vart utførte 30. august 1983 viste følgjande gjennomsnittlengder for 345 lakseungar og 256 aureungar etter 1, 2 og 3 år i elva: laks : 4.0 - 8.2 - 11.1 cm og for aure 5.1 - 8.1 cm. Fisken som vart fanga i november 1995 hadde hatt 1,5 - 2 månader lengre vekstsesong enn dei som vart fanga i 1983, og dette forklarar kvifor fiskane i kvar aldersgruppe var større i 1995 enn i 1983. Det var likevel høgare tettleik av eldre fisk i 1995 enn i 1983 (Kålås m.fl 1984).

FIGUR 12: Gjennomsnittleg lengde (cm) ved avslutta vekstsesong for dei ulike aldersgruppene av laks og aure som vart fanga under elektrofiske på 8 stasjonar i Gaula den 10. og 11. november i 1995.
Tala er frå tabell 4.



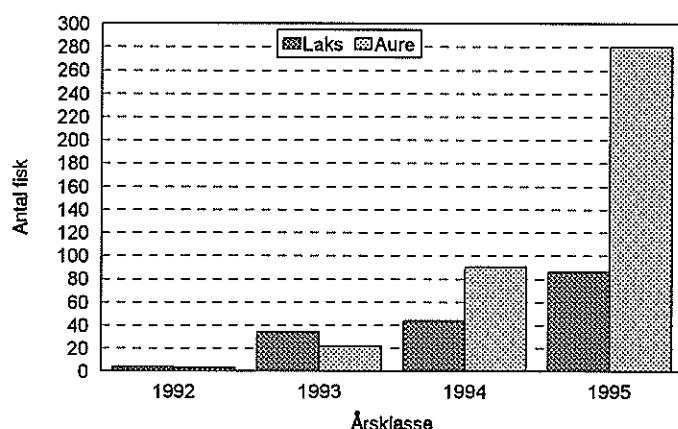
Totalt vart det fanga 9 dverghannar og den minste av desse var 9,9 cm. Samla fangst av lakseungar større enn 9,9 var 68 og innslaget av dverghannar mellom desse var dermed 13%. Dersom ein antek at det var like mange hannar som hoer av dei 68, blir det totalt 34 hannar og andelen dverghannar mellom desse var dermed 26%. Det er vanleg at innslaget av kjønnsmogne hannar aukar med alderen slik at andelen er høgare i aldersgruppene 2+ og 3+ enn i 1+.



I elva Bævra fann L'Abée-Lund (1989) at over 80% av hannane vart kjønnsmogne før dei gjekk ut i sjøen. Tilsvarande innslag av dverghannar er registrert i Oselva ved Bergen (Sægrov 1994). Ingen av aurane vi fanga var kjønnsmogne.

Når det er jamm rekruttering av laks og aure vil den yngste årsklassen vere mest talrik i fangstane. På grunn av naturleg dødelegheit vil antalet avta dei etterfølgjande åra og etterkvart vil dei også gå ut i sjøen som smolt. Auren veks raskare enn laksen og ein del går ut i sjøen som to års smolt, dette er også tilfelle for dei lakseungane som veks raskast. I 1983 vart det analysert skjellprøver av 77 vaksne laks som var fanga i fiskeseongen. 38 av desse hadde gått ut i sjøen som 2-års smolt og 39 etter 3 år i elva, og dette gjev ein gjennomsnittleg smoltalder på 2,5 år. Gjennomsnittleg smoltlengde var 12,2 cm for 2-års smolten og 14,6 cm for 3-års smolten (Kålås m.fl 1984).

FIGUR 13.: Totalfangsten av dei fire siste årsklassane av laks og aure på 8 stasjonar i Gaula i november 1995.



Alle dei årsklassane av laks som ein skulle forvente å finne i elva var representerte. 1995- årsklassen var som venta den mest talrike. Konkurranse om plass og mat gjer at det er ei øvre grense for kor mykje ungfish det kan vere i ei elv. Denne øvre grensa varierer mykje mellom elvar i høve til vassføring, vasshastigkeit og temperaturtilhøve. Sidan desse tilhøva også varierer mellom år innan ei elv vil dei også påverke tettleiken av ungfish, det er like vel påfallande stabile tettleikar av større ungfish (presmolt) og smolt frå år til år innan elvar (Sægrov m.fl. 1994, Hvidsten og Johnsen 1995). Det er sannsynleg at ein sterk årsklasse kan dominere den etterfølgjande og derigjennom redusere tettleiken av den siste. Det føreligg også resultat som tyder på at denne dominanseffekten er størst mellom årsklassar innan artar og i mindre grad mellom artar (Bohlin m.fl. 1994, Sægrov 1994).

For å gje eit bilet av bestandsstatus for ungfish i elva er ungfishen delt inn i tre kategoriar. Ved inndelinga i desse klassane er det brukt lengdegrense i staden for aldersgrenser fordi overgangen til smolt er meir avhengig av veksthastigkeit og storleik enn av alder. Den første klassen av fisk er ein aldersklasse og omfattar alle årsungane (0+). Den andre klassen er fisk som er eldre enn 0+ og mindre enn presmolt. I Gaula inngår ein stor del av 1+ i denne gruppa, men i tillegg ein del 2+. Ein del av 1+ fiskane er større enn dei minste 2+ fiskane og både utvandringsalder og storleik er lågare for rasktveksande fisk enn for seintveksande (Økland m.fl. 1993). Den tredje gruppa er presmolt som vil gå ut i sjøen neste vår og for ungfishen i Gaula reknar vi at alle fiskane som er større enn 11 cm seinhaustes går ut som smolt neste vår. Nokre av fiskane som er mindre enn 11 cm vil også vandre ut, men nokre av dei som er større enn 11 cm blir ståande igjen eit år til. Lengdegrensa mellom gruppe 2 og gruppe 3 (presmolt) varierer litt mellom elvar. Der det er mest 2-års smolt er grensa for presmolt sett til 10 cm, i elvar med både 2- og 3- års smolt er grensa 11 cm og for bestandar med dominans av 3 års smolt og eldre er grensa sett til 12 cm (Sægrov m.fl. 1994).



I 1995 var gjennomsnittleg presmolttettleik på dei 8 stasjonane i Gaula (hovudelva) av laks 3,9 pr. 100m² og 6,4 pr. 100 m² av aure (Tabell 5). I andre elvar med bestandar som har tilsvarende smoltalder som bestandane i Gaula har presmolttettleiken av laks vist seg å ligge mellom 4 og 8 pr. 100m², men i dei andre elvane har presmolttettleiken av aure normalt vore lågare enn for laks (H. Sægrov, upubliserte resultat). Tettleiken i Gaula ligg dermed om lag på det nivået ein kan forvente med bakgrunn i resultata frå andre elvar og utfrå vasshastigkeit og temperaturtilhøve i elva.

I Åmotselva var presmolttettleiken for laks og aure 4,0 og 2,0 pr. 100m² og i Årøyelva 16,0 og 20,0 pr. 100m². I begge elvane var det mest eldre fisk og dette kan tyde på at desse fiskane er gytte i hovudelva og har halde seg der første året for så å ha vandra opp i sideelvane andre eller tredje vekstsesongen. Tettleiken av presmolt er spesielt høg i Årøyelva som med låg sommarvassføring og vekstvilkår har betre produksjonstilhøve enn hovudelva.

TABELL 5. Gjennomsnittleg tettleik (antal/100m²) av laks og aureungar fanga på 8 stasjonar under elektrofiske i Gaula og ein stasjon i Åmotselva og ein i Årøyelva den 10. og 9. november 1995.

ELV	KATEGORI	LAKS		AURE		TOTALT	
		Tot antal	Tett leik	Tot antal	Tett leik	Tot antal	Tett leik
GAULA	1. Årsyngel (0+)	86	10,8	280	35,0	366	45,8
	2. 0+<fisk<presmolt	51	6,4	65	8,1	116	14,5
	3. Presmolt (>11cm)	31	3,9	51	6,4	82	10,3
	TOTALT	168	21,0	395	49,4	563	70,4
Åmots- elva	1. Årsyngel (0+)	0	0,0	3	3,0	3	3,0
	2. 0+<fisk<presmolt	5	5,0	1	1,0	6	6,0
	3. Presmolt (>11cm)	4	4,0	2	2,0	6	6,0
	TOTALT	9	9,0	6	6,0	15	15,0
Årøy- elva	1. Årsyngel (0+)	3	3,0	7	7,0	10	10,0
	2. 0+<fisk<presmolt	10	10,0	9	9,0	19	19,0
	3. Presmolt (>11cm)	16	16,0	20	20,0	36	36,0
	TOTALT	29	29,0	36	36,0	65	65,0

I vurderinga av ungfishsituasjonen i Gaula er det viktig å vere merksam på at det normalt er høg dødelegheit på fiskeungane frå første hausten til dei går ut som smolt, gjerne 70 -80%. Generelt synest tettleiken av presmolt å vere påfallande stabil frå år til år i ei elv (Sægrov m.fl. 1994) og det same er vist for smoltproduksjon (Hvidsten & Johnsen 1995). Tettleiken av årsungar og eittåringar er langt meir varierande mellom år i same elva, spesielt i elvar der smoltalderen er 3 år eller høgare (Jensen m.fl. 1995, Sægrov m.fl. 1994). Det at tettleiken av presmolt og smolt er relativt stabil kjem av at det er ei øvre grense for kor mykje smolt ei elv kan produsere, og denne grensa kan variere mellom ulike lokalitetar innan elva og mykje mellom elvar (Gibson, 1993, Bohlin m.fl. 1994). Dødelegheita fram til smoltstadiet skuldast delvis predasjon frå eldre fisk og fugl, men den viktigaste årsaka er truleg dødelegheit på grunn av intern konkurranse mellom individua om plass og mat. Dette betyr at om t.d. sure episodar om våren fører til betydeleg dødelegheit for eittåringar eller toåringar vil likevel smoltproduksjonen kunne vere normal fordi



dødelegheita på grunn av intern konkurranse blir redusert tilsvarende. Dette inneber vidare at om det blir registrert normal ungfisktettleik i ei elv kan ein likevel ikkje avvise at fisk har døydd under episodar med spesielt dårlig vasskvalitet.

Gaula er rekna mellom dei elvane som ligg på grensa i høve til forsuringsskade på laksestammen (Lien m.fl. 1996). Resultata frå ungfiskundersøkingane i 1993 og 1995 er i tråd med det ein skulle forvente utfrå vasskjemiske målingar. Som nemnt kan ein ikkje utelate at eventuell dødelegheit på lakseungar i sure periodar er kompensert ved redusert tettleiksavhengig dødelegheit.

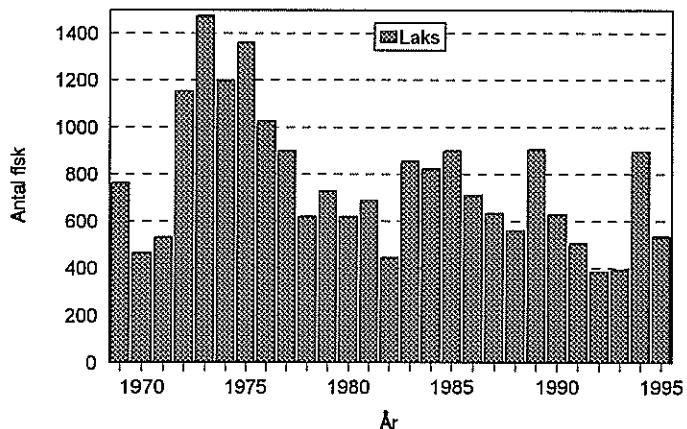


FANGST OG GYTEBESTAND

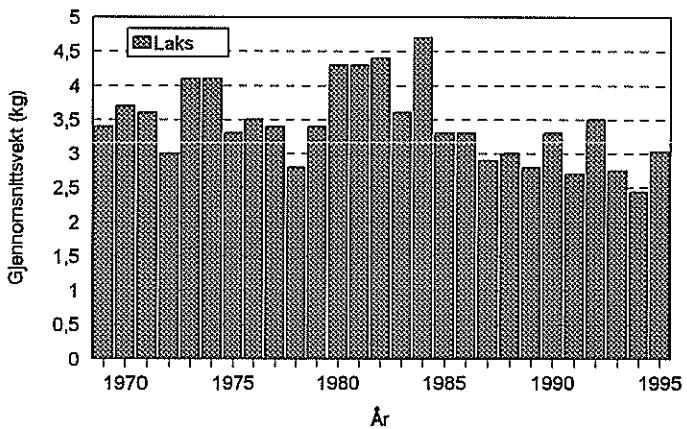
FANGST I PERIODEN 1969 TIL 1995

Frå og med 1969 vart det skilt mellom laks og aure i den offisielle fangststatistikken. For å illustrere bestandsutviklinga er det difor fangstane i perioden 1969 til 1995 som er teke med.

Gjennomsnittleg fangstvekt for laksen var 3,43 kg (variasjon mellom år frå 2,44 til 4,70kg) i 27 -års perioden frå 1969 - 1995 (Figur 14). Desse tala plasserer laksestammen i Gaula i gruppa av små-mellomlaks elvar. Årleg fangst av laks har i antal stort sett variert mellom 400 og 1500 og gjennomsnittsfangsten er 766 laks. Som i mange andre elvar vart det fanga mest laks midt på 70-talet, men dette var ein periode med uvanleg høg overleving av postsmolt på beiteområda i havet (Hansen 1995).



FIGUR 14.: Årleg fangst (antal) av laks i Gaula i perioden 1969 til 1995. Tala er henta frå den offentlege fangststatistikken (NOS).



FIGUR 15.: Gjennomsnittsvekt (kg) for laks fanga i Gaula i perioden 1969 til 1995. Tala er henta frå den offentlege fangststatistikken (NOS).



STORLEIK OG STORLEIKSFORDeling

Sættem (1995) har gjennomført ei omfattande registrering av gytebestandane i 10 elvar i Sogn og Fjordane over fleire år. Han konkluderte med at i gjennomsnitt vart 62 % av all laks fanga i fiskesesongen. Fangstandelen var høgast for smålaks (83%), medan fangstandelen var 50% for mellomlaks og storlaks. For storlaksen i Drammenselva fann Hansen (1993) ein gjennomsnittleg fangstandel på 40%. I Suldalslågen vart det i 1995 rekna ein fangstandel på 40% for mellom- og storlaks og 80% for smålaks (Sægrov og Kålås 1996). I den offisielle fangststatistikken er fangsten frå og med 1993 oppdelt i smålaks (1-sjøvinter fisk, under 3kg), mellomlaks (2-sjøvinter fisk, 3 - 7 kg) og storlaks (3-sjøvinterfisk og eldre, over 7 kg).

Laksebestanden i Gaula er dominert av smålaks og mellomlaks som kjem attende etter ein og to vintrar i sjøen. For dei tre siste åra (1993 - 1995) utgjorde fangsten av smålaks i gjennomsnitt 74% (variasjon 60% - 84%) av totalfangsten. Mellomlaks utgjorde 22% (14% - 36%) og storlaks 4 % (3% - 8%). Gjennomsnittsvekta for smålaks, mellomlaks og storlaks var høvesvis 1,73 kg, 4,56 kg og 8,77, totalt 2,74 kg (Tabell 6). Fangststatistikken for Gaula er rekna for å vere påliteleg og det er anslege at dei reelle fangstane ligg berre 20 - 30% over det som er oppgjeve. Fangst av sjøaure er berre i liten grad oppgjeven i fangststatistikken (Kålås m.fl. 1984).

Det er rekna med at minst halvparten av fangsten i Gaula blir fanga nedanfor Osfossen (Kålås m.fl. 1984). I fangstoppgåver frå denne fiskeretten i perioden 1964 til 1983 var fangstane klassifisert som smålaks (under 3 kg) og laks (over 3 kg). For desse åra var gjennomsnittleg innslag (antal) av smålaks 52% med variasjon frå 13 - 73% og gjennomsnittsvekta var 1,9 kg med variasjon frå 1,7 til 2,1 kg. For laks større enn 3 kg var gjennomsnittsvekta i denne perioden 6,5 kg (variasjon 5,9 - 7,6). Til samanlikning var gjennomsnittsvekta for laks 5,2 kg i perioden 1993 til 1995 (tala er utrekna frå tabell 6).

Innslaget av smålaks ser ut til å variere syklisk over lengre periodar (100- års skala) (Summers 1995) og for tida er det ein relativt høg andel av smålaks i mange norske lakseelvar (Jensen m.fl. 1995).

TABELL 6: Fangst (antal, frekvens og gjennomsnittvekt) av smålaks, mellomlaks og storlaks i Gaula i 1993, 1994 og 1995.

År	Smålaks (under 3kg)			Mellomlaks (3 - 7kg)			Storlaks (over 7 kg)			Totalt		
	Antal	Frek %	Snitt vekt	Antal	Frek %	Snitt vekt	Antal	Frek %	Snitt vekt	Antal	Frek %	Snitt vekt
1993	281	71,5	1,65	82	20,9	4,36	30	7,6	8,73	393	100,0	2,75
1994	750	83,8	1,88	121	13,5	4,61	24	2,7	8,76	895	100,0	2,44
1995	323	60,4	1,66	191	35,7	4,72	21	3,9	8,81	535	100,0	3,03
Tot	1354	74,3	1,73	394	21,6	4,56	75	4,1	8,77	1823	100,0	2,74



GYTEBESTAND OG EGGETTLEIK

For å rekne ut den årlege bestanden av gytehoer og antal egg som er blitt gytt kvart år i denne perioden er det rekna at det er like mange hoer som hannar i bestanden. Det er vidare rekna at 83% av smålaksen og 40% av mellomlaksen og storlaksen blir fanga i fiskesesongen (Sættem 1995, Sægrov og Kålås 1996). Det er vidare anteke at kvar lakseho har 1300 egg pr. kilo (Sættem 1995).

Desse utrekningane er gjort for dei tre storleikgruppene som er skilde i fangststatistikken dei siste tre åra (1993 til 1995). Gjennomsnittstala for vekt og eggantal for kvar gruppe for desse tre åra er nyttा ved utrekning av eggantal pr. m² elvebotn for perioden 1969 til 1995. Den lakseførande strekninga i Gaula er 14,5 km (Kålås m.fl. 1984) og elvebreidda ved låg vassføring blir sett til 30m. Det totale elvearealet ved låg vassføring blir dermed 435.000 m² (14500m X 30m).

Tala for eggettleik gjeld for gytebestanden før uttak av stamfisk. Dei inkluderer også egg frå rømd oppdrettslaks som kan ha relativt høg gytesuksess når det er mange av dei og bestanden av villaks er fåtallig (Lura 1995).

I åra 1993 til 1995 var eggettleiken mellom 1,6 og 2,6 pr. m² elvebotn, gjennomsnittleg 2,1 (Tabell 7). Fangsten av laks har jamnt over vore litt høgare enn dei siste tre åra slik at gjennomsnittet for den siste 3-års perioden representerer den nedre delen av spekteret med omsyn til eggettleik for den siste 27-års perioden.

For dei ti elvane han undersøkte fann Sættem (1995) ein gjennomsnittleg eggettleik på 2,1 pr. m² elvebotn for laks. Eggettleiken i Gaula har dei siste åra dermed vore om lag som gjennomsnittet for andre elvar i fylket. I Flåmselva var gjennomsnittleg eggettleik 2,4 pr. m² elvebotn. I 1990 vart det i denne elva gytt 1,9 egg pr. m² (Sættem 1995), ein eggettleik som resulterte i ein svært talrik årsklasse i 1991 og denne årsklassen dominerte i elva dei etterfølgjande åra (Sægrov m.fl. 1994). Med ein eggettleik på over 2 pr. m² i gjennomsnitt i Gaula, er det difor sannsynleg at gytebestanden dei siste åra har vore tilstrekkeleg til å sikre full rekruttering av lakseungar.

TABELL 7.: Estimert gytebestand av laksehoer og totalt antal gytte egg i Gaula i 1993, 1994 og 1995. Det er rekna at det er like mange hoer som hannar i bestanden og vidare at 83% av smålaksen og 40% av mellom- og storlaksen blir fanga i fiskesesongen (Sættem 1995, Sægrov og Kålås 1996). Antal egg er utrekna etter Sættem (1995) der han tek utgangspunkt i at ei lakseho har 1300 egg pr. kg fisk. Elvearealet om hausten er rekna til 435.000 (14500m x 30m).

År	Smålaks (under 3kg)			Mellomlaks (3 - 7kg)			Storlaks (over 7 kg)			Totalt		
	Ant. hoer	Egg pr. ho	Totalt ant. egg	Ant. hoer	Egg pr. ho	Totalt ant. egg	Ant. hoer	Egg pr. ho	Totalt ant. egg	Ant. hoer	Sum ant. egg	Egg pr. m ²
1993	29	2145	62.205	62	5668	351.416	23	11349	261.027	114	674.648	1,55
1994	77	2444	188.188	91	5993	545.363	18	11388	204.984	186	938.535	2,16
1995	33	2158	71.214	143	6136	877.448	16	11453	183.248	192	1131.910	2,60
Tot.	46	2249	103.454	99	5928	586.872	19	11401	216.619	164	906.945	2,08
%	28,0		11,4	60,4		64,7	11,6		28,8	100	100	



Den høge fangstandelen for smålaks har ein interessant konsekvens. Dei siste tre åra (1993 -1995) utgjorde smålaks gjennomsnittleg 74% av antalet laks som vart fanga, mellomlaks utgjorde 22% og storlaks 4% (Tabell 7). På grunn av høg fangstandel og lågt eggantal pr. fisk av smålaks var smålakshoene sitt bidrag til den totale eggmengda berre 11%. Bidraget frå mellomlaks var 65% og frå storlaks 29% sjølv om denne siste gruppa utgjorde berre 4% av antalet fisk som vart fanga i fiskeSESONGEN (Tabell 6 og 7).

Laksebestanden i Gaula har ein høg andel smålaks, men den føregåande utrekninga indikerer at dei fleste av laksane har foreldre som var mellomlaks. Dette kan bety at livshistoria til laksen i elva er resultatet av utvalgsfaktorar som verka før bestanden vart utsett for fiske og då bidraget frå smålaksen til den totale eggmengda var langt større. Dersom dette stemmer inneber det at livshistoria til laksebestandar blir langt mindre påverka av selektiv fangst enn det som ofte blir hevda.



GJELLEUNDERSØKINGAR

Det vart samla inn gjelleprøver frå fem laks og fem aure på tre stasjonar i Gaula, - den eine langt nede i elva (nr 12), frå ein stasjon midt på den anadrome strekninga (nr 7) og frå ein stasjon øvst i elva (nr 1). Ein gjelleboge frå kvar fisk vart dissekkert ut og fiksert på buffra formalin. Dei vart seinare støypte i parafin og snitta. Eit snitt vart farga med Haematoxylin-Eosin-Safran (HES) og eit anna med ei modifisert Haematoxilin-løysing. Dei HES-farga gjellesnitta vart analyserte med tanke på vanlege strukturelle tilhøve, medan dei andre vart vurderte med omsyn til utfelling av metallar som aluminium. Desse vart også farga med solokromazurin.

Dei strukturelle endringane som vart funne på gjellene var generelt små. I dei fleste tilfella var det tale om spreidd førekommst av mindre hyperplastiske og hypertrofiske endringar, noko ein må vente å finne i dei aller fleste frittlevande bestander av fisk. Gjellene ser strukturelt normale ut i praksis, og det vart ikkje påvist utfelling av aluminium på gjellene frå nokon av fiskane.

Om ein ser laks og aure under eitt, er det ikkje store skilnader på fisk frå dei tre stasjoane. Det er ein tendens til at gjellene på fiskane frå stasjonen øvst på den anadrome strekninga kan ha blitt litt påverka av ein episode med dårlig vasskvalitet, men også her var det berre små strukturelle endringar. Det er ikkje noko som tyder på at dei to artane skil seg frå kvarandre i strukturelle endringar på gjellene. Ein fisk hadde aneurismar,- ballongdanninger fylt med blodceller på sekundærlamellene. Dette kan ha samanheng med mogleg uheldig avliving av fisken.

Den undersøkte fisken hadde ikkje skader på gjellene som gjer indikasjon om at bestandane hadde vore utsett for tidlegare eller nylege episodar med dårlig vasskvalitet på tydeleg skadelege nivå.

TABELL 8: Strukturelle endringar på gjeller frå laks og aure fanga på tre stasjonar i Gaula i november 1995. Forkortingane tyder: N=normal, Hp=hyperplasi, Ht=hypertrofi, S=auka mengde slimceller, A=aneurismar og tala angjev styrken i endring frå 1 til 5, der 1=sma/ubetydelige endringar og 5=svært sterke endringar,-fisken vil også vise kliniske sjukdomsteikn. Undersøkingane er utført av Hans Aase ved AquaLab as.

STAD	LAKS					AURE				
	Fisk 1	Fisk 2	Fisk 3	Fisk 4	Fisk 5	Fisk 1	Fisk 2	Fisk 3	Fisk 4	Fisk 5
Nede	N	N	N	N	N	N	N	N	Hp1/Ht1	Hp1/Ht1
Mellom	N	N	N	Ht1	Hp1	N	Hp1/Ht2		N	N
Oppe	Ht1	N	N	N	Hp2/Ht2	Ht1	A1	N	Hp1/Ht2	N

Ein kan ut fra desse resultata ikkje seie noko om smolten sin situasjon i vassdraget. Med bakgrunn i dei framsatte hypotesane om at smolten er ekstra følsom for påverknad av labil aluminium, med konsentrasjonar på ned mot 15 - 20 µg labil Al/liter som grense, kan ein ikkje utelate at smolten år i alle høve einskilde år kan vere utsett for skadelege vasskvalitetar.I kva grad dette også påverkar sjøvasstoleransen til fisken står att og vise.



LITTERATUR

BARLAUP, B.T., Å.ÅTLAND 1996.

Episodic mortality of brown trout (*Salmo trutta L.*) caused by sea-salt induced acidification in western Norway: effects on different life-stages within three populations. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, i trykk.

BOHLIN, T., C.DELLEFORS, U.FAREMO & A.JOHLANDER 1994.

The energetic equivalence hypotheses and the relation between population density and body size in stream-living salmonids. *The American Naturalist* 143, 478-493.

BOHLIN, T., S.HAMRIN, T.G.HEGGBERGET, G.RASMUSSEN & S.J.SALTVEIT 1989.

Electrofishing-Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173, 9-43.

GIBSON, R.J. 1993.

The Atlantic salmon in fresh water: spawning, rearing and production. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 3: 39-73.

HANSEN, L.P. 1993.

Drammenselva: Resultat av et målrettet utsettingsprogram.

I: (Krogh, F. & Langåker, R.M. red.) *Villaksseminaret*.

Kompendium, Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, Miljøvernavdelinga. Rapport nr. 1-93.

HANSEN, L.P. 1995.

2 Figgjo, side 11-12 i Jensen, A. J., red. Overvåking av anadrome laksefisk i utvalgte referansevassdrag. Årsrapport 1994. NINA Oppdragsmelding 362: 1-54.

HESTHAGEN, T. & L.SAKSGÅRD 1995

Utvikling i noen innsjølevende aurebestander i Haukedalen i Sogn og Fjordane i løpet av det siste ti-året.

NINA Oppdragsmelding 336, 18 sider, ISBN 82-426-0607-2

HINDAR, A., A.HENRIKSEN, K.TØRSETH & A.SEMB 1994.

Acid water and fish death. *Nature* 372: 327-328.

HINDAR, A., A.HENRIKSEN, K.TØRSETH & A.SEMB 1993.

Betydningen av sjøsaltanriket nedbør i vassdrag og mindre nedbørsfelt. Forsuring og fiskedød etter sjøsaltepisoden i januar 1993. NIVA-rapport O-93129. 42 sider.

HVIDSTEN, N.A. & B.O.JOHNSON 1995.

4 Orkla, side 20-25 i Jensen, A. J., red. Overvåking av anadrome laksefisk i utvalgte referansevassdrag. Årsrapport 1994. NINA Oppdragsmelding 362: 1-54.

JENSEN, A. J., red. 1995.

Overvåking av anadrome laksefisk i utvalgte referansevassdrag. Årsrapport 1994. NINA Oppdragsmelding 362: 1-54.

JOHNSEN, G.H. 1995.

Bakgrunn for og tiltak mot høy dødelighet hos smolt fra Stolt Sea Farm Kvingo as. Rådgivende Biologer, rapport 168, 13 sider.



JOHNSEN, G.H. & A.BJØRKLUND 1993.

Naturressurskartlegging i kommunene Sund, Fjell og Øygarden: Miljøkvalitet i vassdrag.
Rådgivende Biologer, rapport 93, 75 sider

JOHNSEN, G.H. & A.KAMBESTAD 1994.

Forsuringsstatus for vassdrag i Hordaland.
Rådgivende Biologer, rapport 105, 54 sider, ISBN 82-7658-018-1.

KROGLUND, F., T.HESTHAGEN, A.HINDAR, G.G.RADDUM, D.GAUSEN & S.SANDØY 1994.

Sur nedbør i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak.
Utredning for DN, nr. 1994 - 10, 98 sider.

KÅLÅS, J.A., O. REITAN, P.I. MØKKELGJERD & T. SIGHOLT 1984.

Tilleggsundersøkelser av vilt- og fiskeinteressene i Gaulavassdraget. Direktoratet for Vilt og
Ferskvannsfisk. Reguleringsundersøkelsene, rapport 4-1984, 102 sider.

KÅLÅS, S., H.SÆGROV & G.H.JOHNSON 1996.

Undersøkingar i samband med Stolt Sea Farms kalking av Sørkvingevatnet i Masfjorden
kommune september 1995. Rådgivende Biologer, rapport nr. 226, 20 sider.

L'ABÉE-LUND, J.H. 1989.

Significance of mature male parr in a small population of Atlantic salmon (*Salmo salar*).
Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 46: 928-931.

LIEN, L., G.G.RADDUM, A.FJELLHEIM & A HENRIKSEN 1996.

A critical limit for acid neutralizing capacity in Norwegian surface waters, based on new
analyses of fish and invertebrate responses.
The Science of the Total Environment 177: 173-193.

LIEN, L., A.FJELLHEIM, A.HENRIKSEN, T.HESTHAGEN, E.JORANGER, G.G.RADDUM &
I.SEVALDRUD 1986.

Gaulavassdraget. Nedbør-, vannkjemiske- og biologiske undersøkelser 1984.
NIVA rapport 1914, ISBN 82-577-1136-5, 143 sider

LURA, H. 1995.

*Domesticated female Atlantic salmon in the wild: spawning success and contribution to local
populations. Dr. scient avhandling. Universitetet i Bergen, Mai 1995.*

POLEO, A.B.S. 1995.

Aluminium polymerization - a mechanism of acute toxicity of aqueous aluminium to
fish. Aquatic Toxicology 31: 347 - 356.

ROSSELAND, B.O., P.JACOBSEN & M.GRANDE 1992a.

Miljørelaterte tilstander. Side 279-287 i: T.T.Poppe (red.): *Fiskehelse, sykdommer,
behandling, forebygging*. John Grieg Forlag, 422 sider.

ROSSELAND, B.O., I.A.BLAKAR, A.BULGER, F.KROGLUND, A.KVELLESTAD, E.LYDERSEN,
D.H.OUGHTON, B.SALSBU, M.STAURNES & R.VOGT 1992b.

The mixing zone between limed and acid waters: complex aluminium chemistry and
extreme toxicity for salmonids. Environmental Pollution 78: 3-8.

STATENS FORURENSINGSTILSYN (SFT) 1992.

Overvåking av langtransportert forurensset luft og nedbør. Årsrapport 1991. Oslo.
Rapport 506/92, Statlig program for forurensningsovervåking. TA -903/1992.



STATENS FORURENSINGSTILSYN (SFT) 1993.

Overvåking av langtransportert forurensset luft og nedbør. Årsrapport 1992. Oslo.
Rapport **553/93**, Statlig program for forurensningsovervåking. TA -981/1993

STATENS FORURENSINGSTILSYN (SFT) 1994.

Overvåking av langtransportert forurensset luft og nedbør. Årsrapport 1993. Oslo.
Rapport **583/93**, Statlig program for forurensningsovervåking. TA -1134/1994

STATENS FORURENSINGSTILSYN (SFT) 1995.

Overvåking av langtransportert forurensset luft og nedbør. Årsrapport 1994. Oslo.
Rapport **628/95**, Statlig program for forurensningsovervåking. TA -1273/1995

SUMMERS, D.W. 1995.

Long-term changes in the sea-age at maturity and seasonal time of return of salmon,
Salmo salar L., to Scottish rivers. *Fisheries Management and Ecology* **2**: 147-156

SÆGROV, H. 1994.

Tettleik av laks- og aureungar i Oselva i 1991, 1993 og 1994.
Notat, Zoologisk Institutt, Økologisk avdeling, Universitetet i Bergen, 19 sider.

SÆGROV, H. 1996a.

Laks og aure i Oldenelva i 1995.
Rådgivende Biologer, rapport **233**, 20 sider, ISBN 82-7658-079-3.

SÆGROV, H. 1996b.

Laks og aure i Eidselva i 1995.
Rådgivende Biologer, rapport **235**, 21 sider, ISBN 82-7658-081-5.

SÆGROV, H. & S.KÅLÅS 1996.

Gytelaks og gyting i Suldalslågen i 1995/1996.
Rapport nr. **25**, Lakseforsterkningsprosjektet i Suldal, Fase II. (i trykk).

SÆGROV, H., S.KÅLÅS, H.LURA & K.URDAL 1994.

Vosso-laksen. Livshistorie - bestandsutvikling - gyting - rekruttering - kultivering.
Rapport Zoologisk Institutt, Økologisk Avdeling, Universitetet i Bergen, 44 sider.

SÆTTEM, L.M. 1995.

Gytebestandar av laks og sjøaure. En sammenstilling av registreringer fra ti vassdrag i Sogn og
Fjordane fra 1960 - 94. Utredning for DN. Nr **7 - 1995**. 107 sider.

ØKLAND, F., B.JONSSON, A.J.JENSEN & L.P.HANSEN 1993.

Is there a threshold size regulating seaward migration of brown trout and Atlantic salmon?
Journal of Fish Biology **42**: 541-550.

ÅTLAND, Å. & B.BARLAUP 1995.

Avoidance of toxic mixing zones by Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout
(*Salmo trutta* L.) in the limed River Audna, southern Norway.
Environmental Pollution **90**: 203-208.