

RAPPOR

Fisk og vasskvalitet
i Nausta,
Naustdal kommune
i 1993 og 1995.

231



Rådgivende Biologer AS

Fisk og vasskvalitet
i Nausta,
Naustdal kommune
i 1993 og 1995.



Harald Sægrov,
Geir Helge Johnsen
og
Roy Langåker

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 231, april 1996.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Fisk og vasskvalitet i Nausta, Naustdal kommune i 1993 og 1995

FORFATTARE:

Cand. real. Harald Sægrov

dr. philos. Geir Helge Johnsen

Cand. agric. Roy Langåker

OPPDRAAGSGJEVAR:

Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, Miljøvernavdelinga, 5840 Hermansverk

OPPDRAAGET GITT:

September 1995

ARBEIDET UTFØRT:

1995 - 1996

RAPPORT DATO:

12. april 1996

RAPPORT NR:

231

ANTALL SIDER:

33

ISBN

ISBN 82-7658-077-7

RAPPORT SAMMENDRAG:

Hausten 1995 vart det utført undersøkingar av ungfisk og vasskvalitet i Nausta. Under elektrofiske på 10 stasjonar vart det totalt fanga 162 laks og 172 aurar (gjenomsnittleg 16 og 17 pr. stasjon á 100m²). Under elektrofiske på fem av dei same stasjonane hausten 1993 vart det fanga 252 laks og 57 aurar (gjenomsnittleg 50 og 11 pr. stasjon á 100m²). Resultata viser at den årsklassen av laks som var årsyngel i 1993 var den mest talrike av dei fire siste, for aure var den frå 1994 den mest talrike. På grunnlag av fangststatistikk og fangstandel er det rekna ut at tettleiken av lakseegg var berre 1,5 pr. m² hausten 1992 og dette var eit år med relativt lite gyting. Den tunne gytebestanden gav likevel opphav til ein svært talrik årsklasse av laks som har hatt høg overleving i elva dei etterfølgjande åra. Tettleiken av eldre laks- og aureungar var høgare i 1995 enn i 1993. Det vart ikkje påvist forsuringsskade på gjellene frå fiskane, noko ein heller ikkje skulle forvente utfrå vasskvaliteten hausten 1995. Rekruttering og fangst av laks i Nausta gjev ikkje haldepunkt for å seie at bestanden er forsuringsskadd. Ein kan likevel ikkje awise at det førekjem episodar som påfører skade på lakseungane, men eventuell dødleghet etter slike episodar vil bli oppvegen av redusert naturleg dødleghet. Vasskvaliteten ligg på eit nivå som i følgje framsette hypoteser kan medføre redusert sjøvasstoleranse på utvandrande laksesmolt. Vasskvaliteten har betra seg i Nausta dei siste ti åra i høve til tidleg på 80-talet.

EMNEORD:**SUBJECT ITEMS:**

- Anadrom laksefisk
- Vasskvalitet
- Naustdal kommune

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Forsøksnummer 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 granskningar av dei anadrome fiskebestandane i fire elvar i Sogn og Fjordane. Desse er Bøfjordelva i Hyllestad kommune, Loneelva i Fjaler kommune, Nausta i Naustdal kommune og Gaula som ligg hovudsakleg i Gaula 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

I samband med denne undersøkinga av Nausta i Naustdal kommune, vassdragsnr. 084.7Z (gammalt nr.: 347) er det teke tre vassprøver som er analysert med omsyn til aluminiumskjemi og syrenøytraliserande kapasitet (ANC). Prøvene er analysert ved Hordaland Fylkeslaboratorium. Det er vidare gjort ei vurdering av vasskvaliteten i Nausta på grunnlag av tidlegare undersøkingar og overvaking.

Ungfisktettleik og vekst av dei ulike aldersgruppene vart undersøkt ved standard elektrofiske i november 1995. Cand.scient. Kurt Urdal var med på feltarbeidet. Fiskane er aldersbestemt ved lesing av øyresteinar (otolittar). Tidlegare fiskeforvaltar i Sogn og Fjordane, Roy Langåker, utførde hausten 1993 ei tilsvarende undersøking av ungfisktettleiken i Nausta. Dette materialet er ikkje tidlegare rapportert, og er difor bearbeidd og presentert i denne rapporten.

Gjelleprøver frå laks- og aureungar er analyserte for å kunne påvise eventuell aluminiumsutfelling. 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
VASSKVALITET OG FISK	8
NAUSTA	13
VASSKVALITET	15
UNGFISK	18
FANGST OG GYTEBESTAND	26
GJELLEUNDERSØKINGAR	30
LITTERATUR	31

LISTE OVER FIGURAR

FIGUR 1: Kart over Naustdal kommune med Nausta	13
FIGUR 2: Gjennomsnittlig vassføring i Nausta	13
FIGUR 3: Kart over den anadrome strekninga av Nausta	14
FIGUR 4: Målingar av surleik i Nausta, 1991-1994	15
FIGUR 5: Målingar av labil aluminium i Nausta, 1991-1994	15
FIGUR 6: ANC-verdiar i Nausta ved Naustdalsfossen, 1991-1994	16
FIGUR 7: Samanhanga mellom pH og labil aluminium i Nausta, 1991-1994	17
FIGUR 8: Samanhanga mellom klorid og labil aluminium i Nausta, 1991-1994	17
FIGUR 9: Lengde av lakseunger fanga ved elektrofiske november 1995	19
FIGUR 10: Lengde av aureunger fanga ved elektrofiske november 1995	19
FIGUR 11: Lengde ved avslutta vekstsesong for aure og laks	20
FIGUR 12: Fangst ved elektrofiske av dei fire siste årsklassane av laks og aure fanga i 1995	21
FIGUR 13: Lengde av lakseunger fanga ved elektrofiske september 1993	24
FIGUR 14: Lengde av aureunger fanga ved elektrofiske september 1993	24
FIGUR 15: Årleg fangst av laks i perioden 1969 til 1995	26
FIGUR 16: Årleg fangst av aure i perioden 1969 til 1995	26
FIGUR 17: Estimert eggettleik i Nausta i perioden 1969 til 1995	29

LISTE OVER TABELLAR

TABELL 1: ANC-konsentrasjonar og bestandsstatus	12
TABELL 2: Analyseresultat frå tre vassprøver tekne i november 1995	16
TABELL 3: Fangst ved elektrofiske i november 1995	18
TABELL 4: Lengde av dei ulike aldersgruppane av laks og aure fanga i november 1995	20
TABELL 5: Gjennomsnittleg tettleik av laks- og aureunger fanga i november 1995	22
TABELL 6: Fangst ved elektrofiske i september 1993	23
TABELL 7: Gjennomsnittleg tettleik av laks- og aureunger fanga i september 1993	23
TABELL 8: Fangst av smålaks, mellomlaks og storlaks dei tre siste åra	27
TABELL 9: Estimert gyttebestand og totalt antall gytte egg dei tre siste åra	28
TABELL 10: Strukturelle endringar på gjeller frå laks og aure	30



SAMANDRAG OG KONKLUSJONAR

Rådgivende Biologer as. har utført ei undersøking av ungfisktettleik og vasskvalitet i Nausta hausten 1995, og føretake ei samanstilling av desse resultata og resultat frå tilsvarende undersøkingar hausten 1993.

VASSKVALITET

Målingane av surleik frå november 1995 synte pH-verdiar rundt 5,9, noko som samsvarer godt med det ein har funne tidlegare på denne årstida. Vasskvaliteten i Nausta er overvaka i eit omfattande nasjonalt overvakningsprogram og pH låg i åra 1991 - 1994 hovudsakeleg mellom 5,5 og 6,1. Vanlegvis førekjem den suraste perioden i snøsmeltinga om våren.

Innhaldet av labilt aluminium låg i åra 1991-1994 generelt mellom 5 og 15 µg Al/liter, men var periodevis høgare. Åra 1992 og 1993 var dei suraste og det høgaste innhaldet av labilt aluminium i vassdraget vart registrert desse åra. I 1994 var tilhøva generelt mykje betre, og dette førte til at aluminiumskonsentrasjonane var konstant låge.

I 1992 og 1993 var det episodar midtvinters med spesielt sure tilhøve og høge aluminiumskonsentrasjonar. Desse periodane var knytte til ekstreme sjøsaltepisodar på grunn av kraftig vind.

Vassdragets syrenøytraliserande kapasitet (ANC) ligg vanlegvis mellom 10 og 20 µekv/liter, men kan i sure periodar komme ned mot 0. Berre i dei omtalte sjøsaltepisodane var ANC-verdiane negative, og dette er eit resultat av utrekningsmåten heller enn eit reelt uttrykk for tilhøva i vassdraget.

Vasskvaliteten i sideelvane er ikkje mykje ulik det ein finn i hovudelva på den anadrome strekninga. Unntaket er Grimsetbekken som har pH rundt 5,0 og låg alkalinitet. Denne bekken kjem frå myrområde og innhaldet av humus og fargetal er difor høgt. Det er ikkje sannsynleg at det kan oppstå giftig blandsone der denne elva renn ut i Nausta.

Vasskvaliteten i vassdraget kan samla sett ikkje reknast som skadeleg for fisk, noko dei pågåande undersøkingane av botndyr i regi av LFI- Universitetet i Bergen også tyder på. Det må likevel takast etterhald om at utvandrande smolt kan ha redusert sjøvasstoleranse.

UNGFISK

Ungfisktettleik og vekst vart undersøkt ved elektrofiske etter standardisert metode på 10 stasjonar (areal = 100m²) i Nausta den 8. og 9. november 1995 ved låg vassføring og ein vasstemperatur på 5°C. Frå tre stasjonar 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. I alt vart 72 fisk, 38 laks- og 34 aureunger aldersbestemt ved analyse av otolittar.

Totalt vart det fanga 162 laks- og 172 aureunger. Gjennomsnittleg fangst pr. stasjon var 16 lakseunger og 17 aureunger, men det var stor variasjon i fangst mellom stasjonane. Alle årsklassane frå 1992 til 1995 var representerte. Under elektrofiske på fem stasjonar den 30. september 1993 vart det fanga 252 laks- og 57 aureunger, gjennomsnittsfangsten var 50 laks og 11 aurar pr. stasjon. Den høge tettleiken av laks i 1993 skuldast først og fremst eit høgt antal årsungar.

Lakseungane veks litt seinare enn auren og gjennomsnittleg lengde etter 1, 2, 3 og 4 vekstsесongar i elva



var for laks: 51- 98 - 126 -146 mm og for aure: 59 - 106 - 150 og 204 mm. Veksten er om lag den same som vart registrert ved undersøkingar i 1974 (Vasshaug 1977).

Innslaget av kjønnsmogne dverghannar av laks auka med alder og totalt blir ca. 50% av hannane kjønnsmogne før dei går ut i sjøen. Ingen av aurane var kjønnsmogne. To av laksane hadde vortesjuke. Dette er ein anteken harmlaus virussjukdom som er vanleg der det er relativt tett med ungfisk.

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 to år i elva.

Resultata frå undersøkingane i 1995 og 1993 indikerer at -93 årsklassen av laks var den mest talrike av dei fem siste, medan dei frå -92, -94 og -95 er svakare. For aure ser det ut som om årsklassen frå 1994 er den mest talrike av dei fem siste. Tettleiken av presmolt (fisk over 11cm) var 4,9 pr. 100m² i 1995 og 3,4 i 1993. For aure var tala 6,9 i 1995 og 0,5 i 1993. For laks ligg tettleiken på det nivået ein kan forvente i denne elva. Tettleiken av presmolt av aure var lågare enn ein burde forvente som normalt i 1993, men relativt høg i 1995. Presmolten vil gå ut i sjøen som smolt neste vår. Samla indikerer resultata at det er større variasjon i årsklassesstyrke for aure enn for laks.

VAKSEN FISK

Nausta er ei smålakselv og gjennomsnittsvekta på laksen som vart fanga i fiske sesongen i perioden 1993 til 1995 var 2,25 kg. Fangstane fordelte seg på 83% smålaks, 15% mellomlaks og 2% storlaks. Nyare studiar i fleire elvar i Sogn og Fjordane viser at gjennomsnittleg 83% av smålaksen blir fanga i fiske sesongen (Sæterm 1995) medan det er rekna at 40% av mellomlaksen og storlaksen blir fanga. Dette har store konsekvensar for gytebestanden i elva.

Det er rekna med at ei lakseho har 1300 egg pr. kilo og dette saman med tala ovanfor og tal frå den offentlege fangststatistikken, tilseier at av den totale eggmengda som blir gytt kvart år kjem 18% frå smålaks, 67% frå mellomlaks og 15% frå storlaks. Bestanden er dermed 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 og då smålaks utgjorde ein langt større del av gytebestanden, både med omsyn til antal og eggmengd.

For dei siste tre åra er det rekna at eggattleiken i Nausta i gjennomsnitt var 3,4 egg pr. m² og i den siste 27-års perioden (1969 til 1995) har tettleiken variert mellom minimum 1,4 pr. m² (i 1981) til maksimum 16,8 pr. m² (i 1979). Det er verd å merkje seg at eggattleiken i 1992 vart rekna til berre 1,5 pr. 100m². Gyttinga denne hausten resulterte likevel i ein sterk årsklasse av laks noko som indikerer 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 Nausta i november 1995. Det vart heller ikkje funne utfelling av aluminium på dei undersøkte gjellene. Under eksperimentelle forsøk utført i Nausta våren 1994 vart det påvist aluminium på gjellene til laksesmolten. Samstundes vart sjøvasstoleransen til laksesmolten undersøkt, og det vart konkludert med at såpass låge konsentrasjonar av giftig labilt aluminium som 15 µg Al/liter var årsaka til fiskens manglande sjøvasstoleranse (Frode Kroglund, NIVA, pers. medd.). Ut frå dei innsamla opplysingane som her er presentert, er det ikkje kome fram resultat som kan stadfeste resultata frå forsøka i 1994.



SAMANFATTANDE KONKLUSJON

Tettleiken av ungfish av laks i Nausta ligg på det nivået ein skal forvente i denne elva og fangstutviklinga av laks i Nausta 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 ungfish og det vart ikkje påvist aluminiumsutfelling eller gjellskader på ungfishen. Totalt sett har desse undersøkingane ikkje gjeve resultat som tilseier at surt vatn i dag medfører skade på laksestammen i Nausta. Ein kan ikkje awise 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 awise hypotesa om at laksesmolten har redusert sjøvasstoleranse, sjølv om denne faktoren ikkje kan sporast i fangstutviklinga. Vasskvaliteten i Nausta har betra seg dei siste ti åra og resultata tilseier at det ikkje er nødvendig å kalke i Nausta for å sikre laksestammen. Usikkerheita i vurderingane ligg i hypotesa om vasskvalitet og sjøvasstoleranse hos laksesmolt.



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 forsulingsproblemer."

Resultata frå eksperimentelle forsøk på overleving av laksesmolt i Vosso er blitt samanhøde 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 hundrearsskiftet, 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 nyare studiar vise seg at utvandrande laksesmolt er meir følsom for surt, aluminiumsrikt vatn kan få ein forsuringsskade rett før utvandring som kan medføre redusert sjøvassstoleranse og auka dødlegheit i sjøen. Desse studiane indikerer at laksen på smoltstadiet er meir følsomme for dårlig 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 redusert fangst, kan det vere vanskeleg å skilje effektane frå kvarandre.

VASSDRAGSKALKING SOM TILTAK

Dersom det er marginale vasskvaliteter 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 hovudmålsettinger for den statleg finansierte kalkinga av vassdrag i Norge:

- A REDDE FORSURINGSTRUEDDE ORGANISMER
- A LEGGE TIL RETTE FOR FRITIDSFISKE I FORSURINGSRAMMETE 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.



Kvart 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 tolegrensar 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

Bestandsuviklinga i 1095 innsjøar og utviklinga i øvertebratesamfunna i 165 lokalitetar i Norge er samanfatta i ei større analyse som nyleg er publisert (Lien m.fl. 1996). Det er her vist ein sterkt samanheng mellom bestandsstatus og syrenøytraliserande kapasitet (ANC) og vidare ein klar samanheng mellom bestandsstatus og pH og konsentrasjonane av labilt 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 humusinhald 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 innsjøar. Det er viktig å merke seg at det er ein nært samanheng mellom ANC og både pH og labilt aluminium (Lien m.fl. 1996). Dersom det er målt pH, mengde labilt aluminium, kalsium og fargetal (humus) vil ein kunne fortelje det meste om forsuringssituasjonen i eit vassdrag på eit gjeve tidspunkt.

Det er vanlegvis 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 Kampestad 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 labilt aluminium på over 40 µg pr. liter kan i nokre høve vere akutt giftig for fisk (Rosseland m.fl. 1992a).

Gjellene er det organet der ein først kan påvise verknadane av dårlig 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 dårlig vasskjemi. Dei endringane som ein oftast finn ved vanlege histologiske undersøkingar kan klassifiserast i to typar: 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 aluminiumuffelling 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 forstyrningar 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 nærare spissen på sekundærlamellane. Aluminiumspåverknad over tid kan såleis gje meir langvarige gjelleskadar som kan påvisast ved histologiske undersøkingar i ettermiddag.



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 labilt aluminium i elvevatnet kom over $30\mu\text{g Al/l}$ og det vart ikkje påvist tydelege vevsskader på gjellene der konsentrasjonen av labilt aluminium var under $30\mu\text{g Al/l}$.

For laksesmolte diskuterar ein for tida om endå lågare konsentrasjonar av labilt aluminium kan medføre problem for smolten ved utvandring til sjø (Frode Kroglund, NIVA, pers. medd.). I eksperiment er det vist at laksesmolte 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 labilt 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 øydelagd 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 vasskjelde i Nordhordland i 1995 der pH verdiane låg mellom 4,8 og 5,2 og konsentrasjonane av labilt 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 surstøyt episodar 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 & Kampestad 1994). I slike høve er aluminiumet bunde til humuspåpartikler, og denne forma for organisk bunde aluminium er ikkje giftig for fisk.

SURSTØYT VED SJØSALTEPISODAR

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. 1993, 1994).

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 surstøyt episodar 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 surstøyt episodar 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 surstøyt episodar 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 lablit aluminium på over 200 µg Al/l (Johnsen og Kambestad 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.

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

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 sjøsalttilførlar til vassdraga, men disse tilførlane er kompensert for i utrekninga av ANC, slik at det berre er tilførlane 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.fl. 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 labilt 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. Undersøkinga 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).

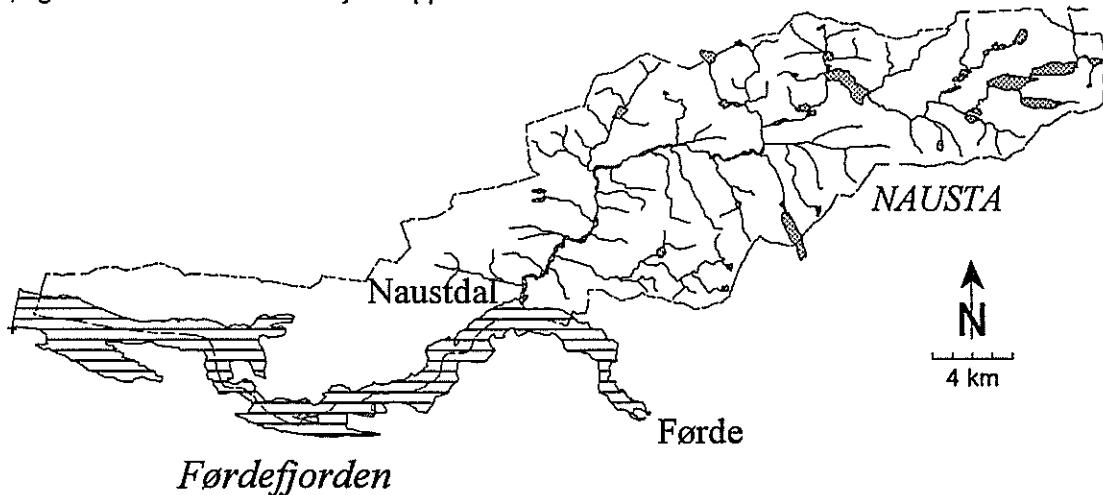
Det er viktig å merkje seg at ein finn mange intakte laksebestandar i elvar der den gjennomsnittlege ANC verdien ligg godt under 20 og dette er i vassdrag der konsentrasjonane av labilt aluminium er relativt låge og pH er relativt høg (Kroglund m.fl. 1994). Det er heller ikkje lagt fram dokumentasjon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

Når det gjeld surstøyt i samband med sjøsalt episodar, 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 samlede basekationer etter at ein har "sjøsaltkorrigert" dei observerte konsentrasjonane av dei einskilde stoffa i vassprøva frå vassdraget. Negative konsentrasjonar av stoff er sjølv sagt 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 sjøsalt episodar med tilhøyrande surstøyt, er det difor best å vurdere skadeverknadane berre ut frå pH og innhald av labilt aluminium. ANC-verdiane kan i desse høva ikkje nyttast.



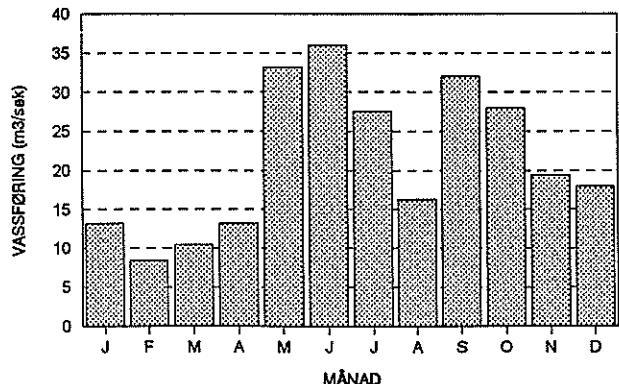
NAUSTA

Nausta er eit relativt stort vassdrag med eit nedbørfelt på 275 km², og det utgjer heile den austlege delen av Naustdal kommune (figur 1). Dei høgastliggjande delane av vassdraget ligg i aust på over 1.300 meters høgd, og ein finn fleire større innsjøar opp mot 900 m.o.h.



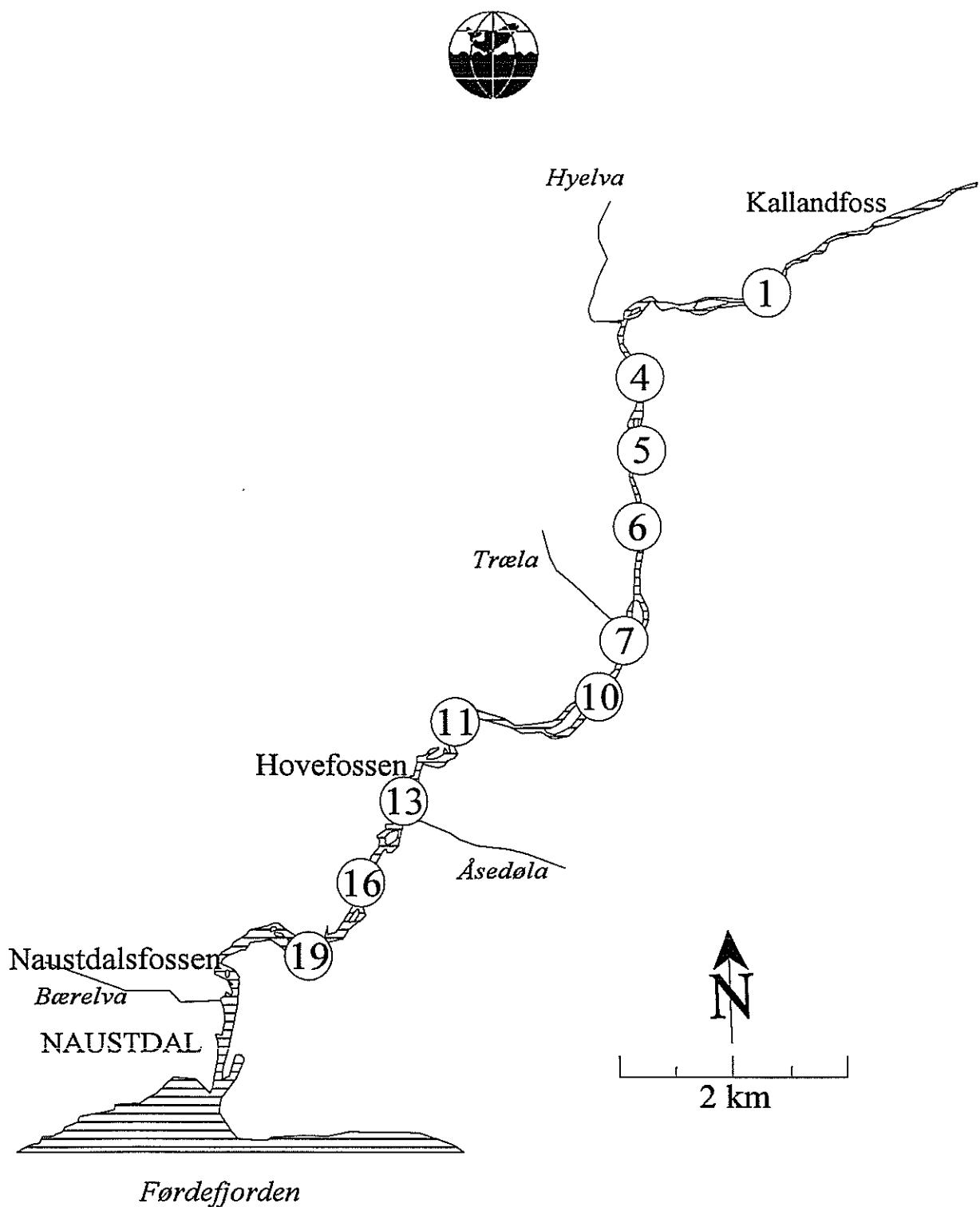
FIGUR 1: Nausta og Naustdalsvassdraget i Naustdal kommune. Den anadrome elvestrekninga er presentert i figur 3, der stasjonane for elektrofiske og prøvetaking av vasskvalitet er avmerka.

Den laks- og sjøaureførande strekninga utgjer 12,4 km og på denne strekninga er det to fossar, - Naustdalfossen 1,5 km ovanfor grensa elv-sjø og Hovefossen 2,9 km oppe i elva. Naustdalfossen var tidlegare vanskeleg å passere for laks. Ei enkel laksetrapp i fossen gjør at laksen kjem seg vidare oppover, men troppa fungerer best ved relativt låg vassføring og fossen må difor rekna som eit temporært vandringshinder. Hovefossen var inntil 1975 eit effektivt stengsel for vidare oppvandring av laks, men etter den tid har ei effektiv laksetrapp gjort at oppvandrande fisk kan passere fossen og gå vidare oppover til Kallandsfoss (Figur 3).



FIGUR 2: Gjennomsnittleg vassføring gjennom året i Nausta ved vassmerke 1438 Hovefossen for åra 1964-1975 (frå Vasshaug 1977).

Vassføringa i elva er størst i snøsmeltingsperioden om våren frå slutten av april til utover i juni (Figur 2). I denne perioden kan vassføringa variere svært mykje, og vassføringa kan auke frå 30 m³/sek til 210 m³/sek på eitt døgn (Vasshaug 1977).



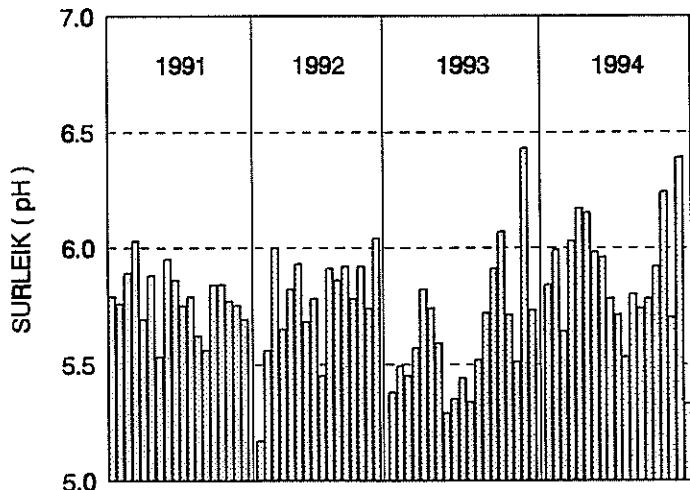
FIGUR 3: Den laks- og sjøaureførande delen av Nausta med stasjonane for elektrofiske i 1995 inntekna. Nummereringa er den same som har vore nytta ved tidlegare undersøkingar (Lien m.fl. 1988). På stasjon 1, 7 og 19 vart det teke vassprøver og gjelleprøver av fisk i 1995. I september 1993 vart det gjennomført elektrofiske på stasjon 1, 10, 11, 13 og 19.



VASSKVALITET

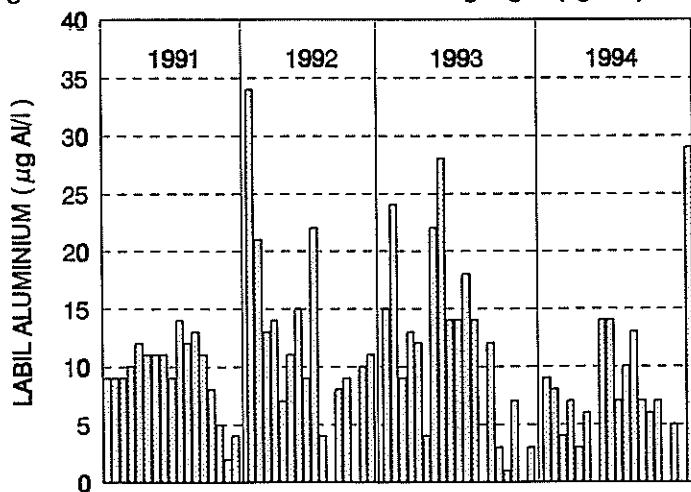
Ved befaringa 9.november 1995 vart det teke vassprøver tre stadar, - langt nede, midt i og øvst i den anadrome strekninga i Nausta (sjå figur 3 på side 14).

Målingane av surleik frå november 1995 synte pH-verdiar rundt 5,9 (tabell 2). Dette samsvarer godt med det ein har funne i det omfattande overvakingsprogrammet som gjekk tidlegare (SFT 1992, 1993), men i dei nedre delane av elva har pH-verdiane dei siste åra har vore noko høgare (figur 4). Periodane med dei lågaste pH-verdiane har tidlegare vore midtvinters i samband med ekstreme surstøytepisodar grunna tilførslar av sjøsalt i periodar med sterkt vind.



FIGUR 4: Målingar av surleik i Nausta ved Naustdalsfossen. Resultata er henta frå eit nasjonalt program for overvaking av vassdrag (SFT 1992, 1993, 1994, 1995).

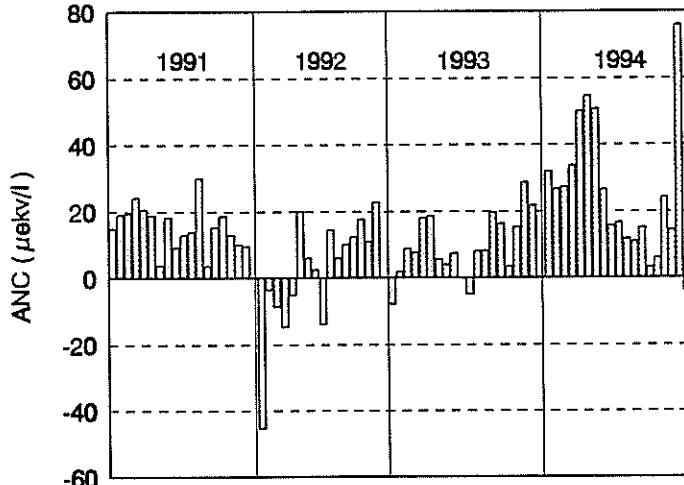
Innhaldet av labilt aluminium var i november 1995 på 10 og 20 µg Al/liter på dei tre undersøkte lokalitetane (tabell 2). Dette er vanlegvis ikkje rekna som skadeleg for fisk, men det må understrekast at prøvene er tekne på ei tid då innhaldet av labilt aluminium ikkje er på det høgaste. Berre ved eitt tidspunkt har innhaldet av giftig labilt aluminium vore nær verdiar ein kan rekne som skadelege for ungfisk og presmolt, medan den moglege grensa for smolt på omlag 20 µg Al/liter har vore overskriden nokre få gonger (figur 5).



FIGUR 5: Målingar av labil aluminium i Nausta ved Naustdalsfossen. Resultata er henta frå eit nasjonalt program for overvaking av vassdrag (SFT 1992, 1993, 1994, 1995). Dei 71 målingane har eit gjennomsnitt på 10, eit standard avvik på 7 og ein median på 9 µg Al/liter. Høgaste målte konsentrasjon er 34 µg Al/liter.



Den syrenøytraliserande kapasiteten var relativt god på alle dei tre prøvetakingsstadane i november 1995, med verdiar mellom 9 og 18 µekv/liter (tabell 2). Føregåande målingar har også vore i same storleiksorden, men i spesielle episodar er det målt låge og negative ANC-verdiar (figur 6). Dette har vore i samband med surstøyt knytt til sjøsaltepisodar, og i alle tilfella var det negative verdiar av sjøsaltkorrigert natrium. Det tilseier at jordsmonnet tek til seg natrium frå sjøsalt og ionerbyter den med hydrogen og aluminium som så blir frigjort til vassdraget. Dei låge ANC-verdiane representerer difor eit teoretisk utrekna tal og ikkje realiteten i vassdraget. I 1994 var ANC-verdiane vesentleg høgare enn i dei føregåande åra (figur 6).



FIGUR 6: Utrekna syrenøytraliserande kapasitet (ANC) i Nausta ved Naustdalsfossen. Resultata er henta frå eit nasjonalt program for overvaking av vassdrag (SFT 1992, 1993, 1994, 1995).

Utviklinga av botndyrsamfunnet i vassdraget er overvaka av LFI-Universitetet i Bergen dei siste åra, og resultata tyder på at tilhøva ikkje er prega av forsuring (Lien m.fl. 1996, Kroglund m.fl. 1994, G.G.Raddum pers. medd.).

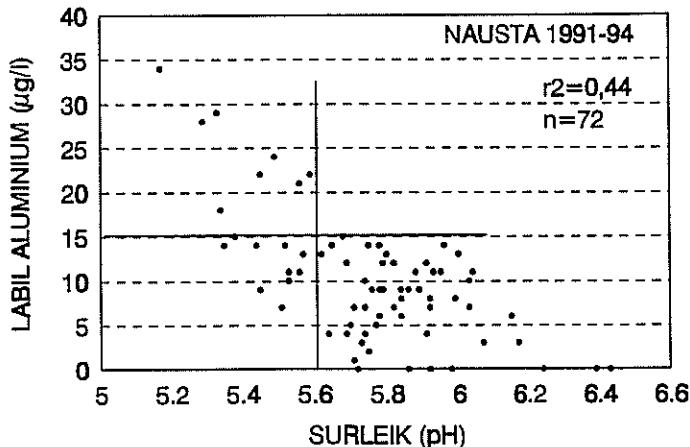
TABELL 2: Analyseresultat frå vassprøver tekne i Nausta den 9.november 1995. Prøvene er analysert ved Hordaland fylkeslaboratorium.

PARAMETER	EINING	Stasjon 1 (oppa)	Stasjon 2 (midten)	Stasjon 3 (nede)
Surleik	pH	5,86	5,95	5,86
Kalsium	mg Ca/l	0,45	0,56	0,49
Magnesium	mg Mg/l	0,19	0,20	0,19
Natrium	mg Na/l	1,08	1,16	1,13
Kalium	mg K/l	0,41	0,53	0,46
Sulfat	mg S/l	0,84	0,93	0,92
Klorid	mg Cl/l	2,20	2,20	2,30
Nitrat	µg N/l	95	120	92
Reak. alum.	µg Al/l	45	60	50
Illab. alum.	µg Al/l	35	40	40
Labil alum.	µg Al/l	10	20	10
Syrenøytral.kap	ANC µekv/l	8,9	18,1	10,1



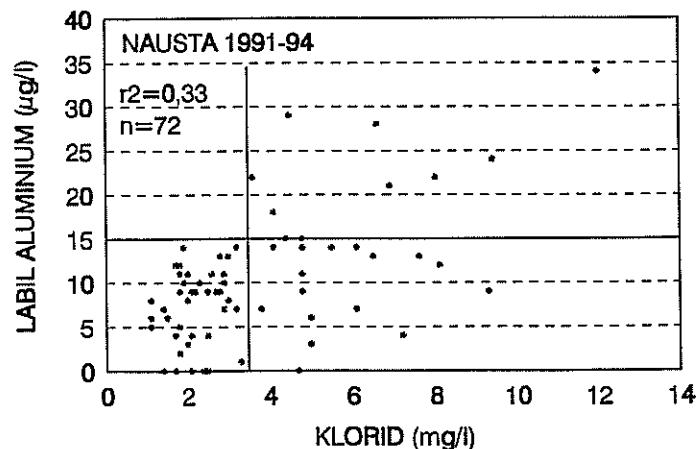
I januar og april 1994 vart vasskvaliteten målt i fleire av sideelvane til Nausta og på fleire lokalitetar i Nausta. Desse målingane viste pH-verdiar mellom 5,4 og 6,4 og konsentrasjonane av labilt aluminium varierte mellom 0 og 9 $\mu\text{g Al/l}$. Det var liten skilnad i vasskvalitet mellom sideelvane og Nausta slik at førekomsten av blandsoner er avgrensa. Grimsetelva er surare enn dei andre sideelvane og pH vart målt til 4,93 og 5,01 i januar og april 1994. I januar var konsentrasjonen av labil aluminium (=uorganisk monomert aluminium) 7 $\mu\text{Al/l}$ og i april 17 $\mu\text{Al/l}$. Denne elva drenerer myrområde noko som gjer at det er høgt humusinnhald i vatnet med tilhøyrande høgt fargetal på over 50 mg Pt/l. På grunn av den relativt einsarta aluminiumskjemien i sideelva og Nausta, er det ikkje sannsynleg at det oppstår giftige blandsoner der Grimsetelva renn inn i Nausta.

Nausta er vanlegvis ikkje særleg sur, og har normalt sett konsentrasjonar av labilt aluminium under 15 $\mu\text{g Al/liter}$. Middelverdien for samlede målingar i åra 1991-1994 låg på 10 $\mu\text{g Al/l}$. Alle registreringane av høgare aluminiumsverdiar var i samband med sjøsalt episodar der ANC-verdiane var låge og negative og surleiken i vassdraget var låg. Mengda giftig aluminium heng klårt saman med låge pH-verdiar, og kun ved pH-verdiar under 5,6 har ein funne labilt aluminium over 15 $\mu\text{g Al/l}$ (figur 7).



FIGUR 7: Samanheng mellom surleik og innhald av labil aluminium i Nausta ved Naustdalsfossen. Resultata er samanstilt frå eit nasjonalt program for overvaking av vassdrag (SFT 1992, 1993, 1994, 1995).

Også aluminiumskonsentrasjonane var høgare enn vanleg i periodar med høgt sjøsaltinnhald i vassdraget. Kun ved kloridkonsentrasjonar over 4 mg/l finn ein labil aluminium over 15 $\mu\text{g Al/l}$ (figur 8), og dette er om lag grensa for det ein kan definere som ein sjøsaltepisode fordi jordsmonnet ved så høge kloridkonsentrasjonar held attende tilført natrium.



FIGUR 8: Samanheng mellom innhald av klorid og innhald av labil aluminium i Nausta ved Naustdalsfossen. Resultata er samanstilt frå eit nasjonalt program for overvaking av vassdrag (SFT 1992, 1993, 1994, 1995).

Episodane med marginal vasskvalitet i Nausta avgrenser seg til tre episodar i dei sure åra 1992 og 1993.



UNGFISK

Fiskeundersøkinga omfatta fiske med elektrisk fiskeapparat på 10 stasjonar den 8. og 9. november 1995 (Figur 3). Desse ti stasjonane har også vore fiska ved tidlegare undersøkingar (Lien m.fl. 1988) slik at samanlikning er mogeleg. Det er verd å merkje seg at undersøkingane i 1995 vart gjennomførde i etterkant av 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 kjønnsmognign bestemt. Det var låg vassføring under elektrofisket og vasstemperaturen var 5°C.

TETTLEIK OG ALDER I 1995

Totalt vart det fanga 162 lakseungar og 172 aureungar. Gjennomsnittleg fangst pr. stasjon var 16,2 laks og 17,2 aure. Det var stor skilnad i fangsten på dei ulike stasjonane, for laks varierte antalet fanga frå 2 til 73 og for aure frå 4 til 34 (Tabell 3).

TABELL 3. *Fangst under kvar av tre elektrofiske omgangar på 10 stasjonar i Nausta den 8. og 9. november 1995. Stasjonsnummereringa er den same som ved tidlegare undersøkingar (Lien m.fl. 1988).*

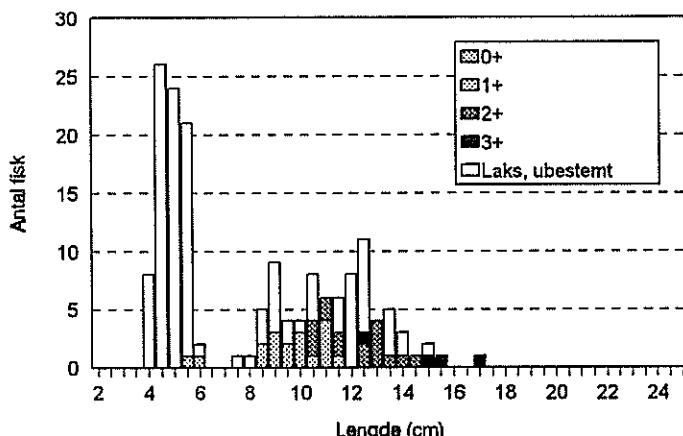
STASJON	LAKS						AURE					
	Fiskeomgang			Sum	Tettleiks-estimat N/100m ²	Fiskeomgang			Sum	Tettleiks-estimat N/100m ²		
	1	2	3			1	2	3				
1	8	9	5	22	47,7	10	3	2	15	16,1		
4	14	8	1	23	24,3	23	7	4	34	36,0		
5	6	4	5	15	57,8	13	3	2	18	18,7		
6	4	2	1	7	8,0	5	1	2	8	9,6		
7	2	1	2	5	-	11	2	1	14	14,2		
10	1	1	0	2	2,2	13	11	8	32	63,0		
11	10	0	0	10	10,0	4	1	0	5	5,0		
13	1	2	0	3	3,8	4	0	0	4	4,0		
16	39	22	12	73	88,2	18	7	5	30	34,2		
19	2	0	0	2	2,0	5	5	2	12	17,5		
SUM	87	49	26	162	19,4	106	40	26	172	19,1		



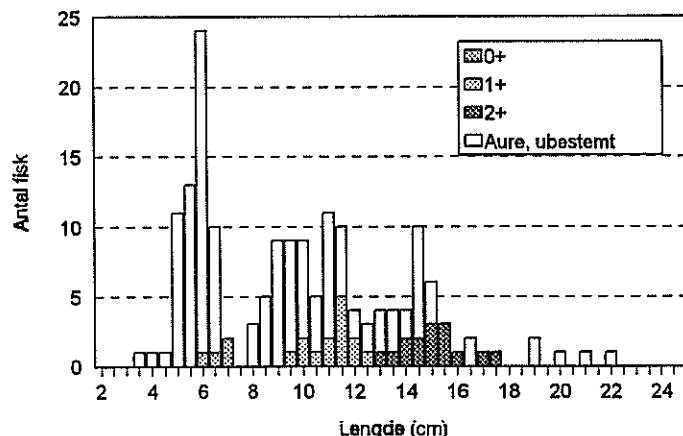
LENGDE OG VEKST

Lengdefordelinga av laks viser to hovudgrupper, den eine er årsungar som er fordelt i lengdeintervallet 4,0 - 6,2 cm. Den neste gruppa er sammensett av dei tre årsklassane 1+, 2+ og 3+ som har høvesvis to, tre og fire vekstsessongar bak seg i elva. Det var tydelegare skilnad i lengde mellom årsklassane av aure (figur 9 og 10).

FIGUR 9: Lengdefordeling av lakseungar fanga under elektrofiske på 10 stasjonar i Nausta i november 1995 (n = 162).



FIGUR 10: Lengdefordeling av aure fanga under elektrofiske på 10 stasjonar i Nausta i november 1995 (n = 172).



Av dei større fiskane vart 38 lakseungar og 32 aureungar aldersbestemt og desse er framstilt med ulik skravering for dei ulike årsklassane i den totale lengdefordelinga (figur 9 og 10). Av den yngste aldersgruppa (0+) er berre nokre få av dei største aldersbestemte, men lengdefordelinga tilseier at ein med høg sannsynlegheit kan slå fast at desse er årsyngel.



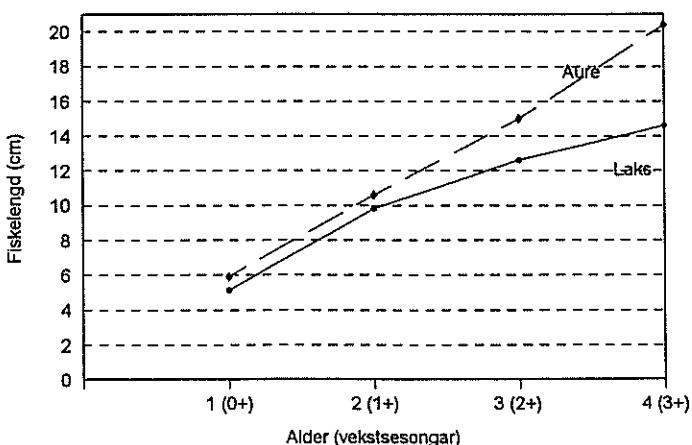
TABELL 4: Gjennomsnittleg lengde i mm \pm standard avvik og lengdevariasjon for ulike aldersgrupper av laks og aure som var fanga under elektrofiske på 10 stasjonar i Nausta i november 1995. Inndelinga i aldersgrupper er basert på lengdefordeling i aldersbestemte materiale.

	ALDER I VEKSTSSESONGAR (ÅR)				Totalt
	1 (0+)	2 (1+)	3(2+)	4 (3+)	
LAKS					
Antal	81	35	37	9	162
Lengd \pm s.d.	51 \pm 4,9	98 \pm 10,5	126 \pm 10,4	146 \pm 15,4	
Min.- maks.	41 - 62	76 - 115	108 - 153	126 - 173	41 - 173
Dverghannar, laks					
Antal		3	6	5	14
Lengd \pm s.d.		97 \pm 7,1	125 \pm 11,9	152 \pm 12,5	
Min.- maks.		90 - 107	110 - 153	139 - 157	90 - 157
AURE					
Antal	63	71	33	5	172
Lengd \pm s.d.	59 \pm 6,4	106 \pm 13,4	150 \pm 10,2	204 \pm 11,8	
Min.- maks.	39 - 72	80 - 137	133 - 178	190 - 221	39 - 221

Aureungane veks litt raskare enn lakseungane og er etter første vekstssesongen (som 0+) gjennomsnittleg 0,8 cm lengre enn laksen (høvesvis 5,9 og 5,1 cm). Etter to vekstssesongar er aureungane gjennomsnittleg 10,6 cm og lakseungane 9,8. 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 allereie etter to år i elva. Dei fleste går ut i sjøen som 3-års smolt, medan nokre få ikkje blir smolt før dei er fire år gamle. Auren veks jamnt til og med den fjerde vekstssesongen utan teikn til vekstredusjon med aukande alder (Tabell 4, figur 11).

Undersøkingar som vart utførte hausten 1974 viste følgjande gjennomsnittlengder for 350 lakseungar og 177 aureungar etter 1, 2, 3 og 4 år i elva: Laks : 4,8 - 8,9 - 12,5 - 14,8cm og for aure 5,6 - 9,7 - 13,6 - 16,6cm (Vasshaug 1977). Også i 1974 vaks auren raskare enn laksen. Det er også relativt liten skilnad i lengde for dei fleste av aldersgruppene mellom 1974 og 1995 (Tabell 4).

FIGUR 11. Gjennomsnittleg lengde (cm) ved avslutta vekstssesong for dei ulike aldersgruppene av laks og aure som vart fanga under elektrofiske i Nausta den 8. og 9. november i 1995. Tala er henta frå tabell 3.



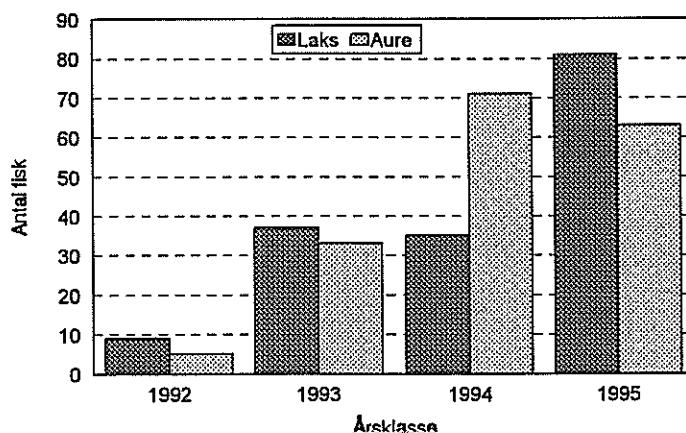


Mellom lakseungane var det 14 kjønnsmogne hannar (dverghannar) og den minste av desse var 9 cm. Av totalt 73 lakseungar som var større enn 9 cm kan ein anta det var like mange hannar som hoer. Dette tilseier totalt 37 hannar og av desse var 14 kjønnsmogne, altså 38%. I det aldersbestemte materialet var det 11 kjønnsmogne hannar av totalt 19 hannar, altså eit innslag på 58%. I aldersgruppe 1+ var innslaget 27%, i aldersgruppe 2+ var 70% og i aldersgruppe 3+ var 100% av hannane kjønnsmogne. Det relle innslaget av kjønnsmogne hannar for fisk som var 1+ og eldre var sannsynlegvis om lag 50%. Dverghannane var i gjennomsnitt like lange som gjennomsnittet for aldersgruppa (Tabell 4). Det er vanleg at innslaget av kjønnsmogne hannar aukar med alderen. 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). Det vart ikkje fanga kjønnsmogne aurar.

To av laksane hadde vortesjuke som er anteke å vere ein relativt harmlaus virussjukdom og som er vanleg i elvar der det er høg tettleik av ungfisk (Sægrov 1994). Førekomst av sjukdomen er altså ein indikasjon på relativt høg tettleik.

VARIASJON I ÅRSKLASSESTYRKE

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.



FIGUR 12. Totalfangsten av dei fire siste årsklassane av laks og aure fanga ved elektrofiske på 10 stasjonar i Nausta 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, men det vart fanga like mange av -93-årsklassen som av den frå 1994 og då må ein rekne med at det av -93 årsklassen allereie hadde gått ut ein del som 2-års smolt våren 1995. Dette indikerer at av dei siste tre årsklassane var -93 årsklassen den mest talrike medan dei to yngste er svakare. For auren ser det ut som om -94 årsklassen er den mest talrike av dei tre siste, eller like sterkt som den frå -93. Både for laks og aure ser det som om -95 årsklassen er mindre talrik enn dei føregående (figur 12).

Konkurranse om plass og mat gjer at det er ei øvre grense for kor mykje ungfisk det kan vere i 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 dette medføre variasjon i tettleiken av ungfisk. Det er likevel påfallande stabile tettleikar av større ungfisk (presmolt) frå år til år innan elvar (Sægrov 1994, Jensen 1995). Det er sannsynleg at ein sterkt årsklasse kan dominere den etterfølgjande og ved konkurransen redusere tettleiken av den siste. Det føreligg også resultat som tyder på at denne dominanseffekten er størst mellom årsklassar av same art (Sægrov 1994).



For å gje eit bilete av bestandsstatus for ungfisk i elva er ungfisken 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 Nausta inngår ein stor del av 1+ i denne gruppa, men i tillegg ein del 2+. Ein del av 1+ fisken 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 ungfisken i Nausta 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 1994).

I 1995 var gjennomsnittleg presmolttettleik 4,9 laks pr. 100m² og 6,9 aure pr. 100m² (Tabell 5). I andre elvar med bestandar som har tilsvarende smoltalder som bestandane i Nausta 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 (Sægrov, upubliserte resultat). Tettleiken i Nausta ligg dermed om lag på det nivået ein kan forvente med bakgrunn i resultata frå andre elvar og utfrå vasshastigheits og temperaturtilhøve i elva. For gruppe 2 som hovudsakleg skal gå ut som smolt i 1997 er tettleiken lågare enn den forventa smoltutgangen i 1996. Det er likevel ikkje råd å seie om dette ligg utanfor det som er normalvariasjonen i denne elva. Det kan vere at årsklassen frå 1993 er spesielt talrik.

TABELL 5. Gjennomsnittleg tettleik (antal/100m²) av laks og aureungar fanga på 10 stasjonar under elektrofiske i Nausta i november 1995.

KATEGORI	LAKS		AURE		TOTALT	
	Totalt antal	Tettleik Antal/100m ²	Totalt antal	Tettleik Antal/100m ²	Totalt antal	Tettleik Antal/100m ²
1. Årsyngel (0+)	81	8,1	63	6,3	144	14,4
2. 0+<fisk<presmolt	32	3,2	40	4,0	72	7,2
3. Presmolt (>11cm)	49	4,9	69	6,9	118	11,8
Totalt	162	16,2	172	17,2	334	33,4



TETTLEIK AV UNGFISK I 1993

Vi rapporterer her også resultata frå elektrofiske på fem stasjonar i Nausta den 30. september i 1993 utført av Roy Langåker. Under elektrofisket i 1993 var det låg vassføring, men vasstemperaturen var høgare enn i 1995. Desse fem stasjonane vart også overfiska i 1995.

TABELL 6. Fangst under kvar av tre elektrofiske omgangar på fem stasjonar i Nausta den 30. september 1993. Stasjonsnummereringa er den same som ved tidlegare undersøkingar (Hesthagen m.fl. 1988).

STASJON	LAKS						AURE					
	Fiskeomgang			Sum	Tettleiks- estimat N/100m ²	Fiskeomgang			Sum	Tettleiks- estimat N/100m ²		
	1.	2.	3.			1.	2.	3.				
1	38	13	3	54	55,6	0	0	0	0	0,0		
10	21	2	6	29	31,3	9	2	2	13	13,9		
11	30	13	6	49	71,6	1	0	0	1	1,3		
13	48	31	16	95	199,1	6	9	2	17	42,9		
19	14	6	5	25	30,6	17	6	3	26	27,8		
SUM	151	65	36	252	64,8	33	17	7	57	14,7		

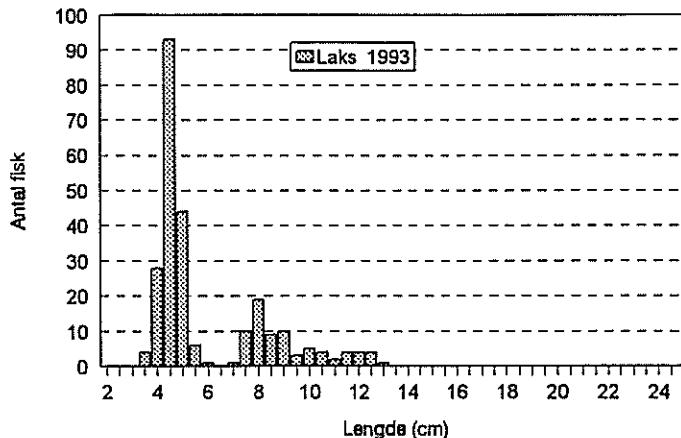
Tettleik av presmolt av laks og aure var høvesvis 3,4 og 3,9 pr. 100m² i 1993 (Tabell 7). Dette var lågare enn i 1995 då tettleikane var 4,9 og 6,9 pr. 100m² (Tabell 5). I 1993 var det svært høg tettleik av årsungar av laks, gjennomsnittleg 40,5 pr. 100m², mot 8,1 i 1995. Årsklassen frå 1993 har truleg vore meir talrik enn både føregåande og etterkomande årsklassar for endå i 1995 var denne årsklassen representert med eit høgt antal i elva (Figur 12). For aure var det liten skilnad i tettleik av årsungar for desse årsklassane (Tabell 7 og 5).

TABELL 7. Gjennomsnittleg tettleik (antal/100m²) av laks og aureungar fanga på fem stasjonar under elektrofiske i Nausta den 30. september 1993.

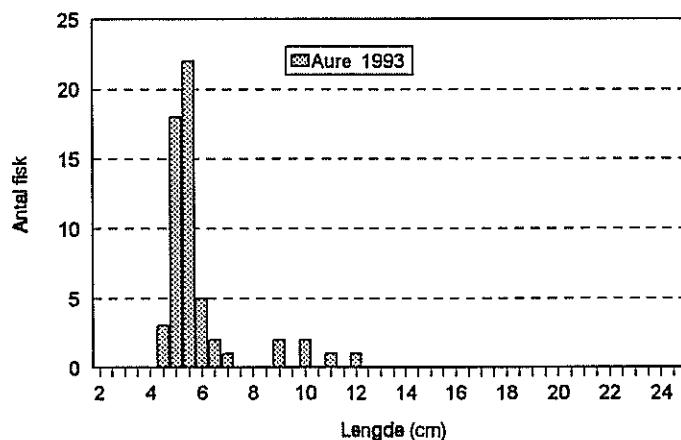
KATEGORI	LAKS		AURE		TOTALT	
	Totalt Antal	Tettleik	Totalt Antal	Tettleik	Totalt Antal	Tettleik
1. Årsyngel (0+)	176	40,5	51	11,7	227	52,2
2. 0+<fisk<presmolt	61	14,0	4	0,9	65	14,9
3. Presmolt (>11cm)	15	3,4	2	0,5	17	3,9
Totalt	252	57,9	57	13,1	309	71,0



FIGUR 13: Lengdefordeling av lakseunger fanga under elektrofiske på fem stasjonar i Nausta den 30. september 1993 ($n = 252$).



FIGUR 14: Lengdefordeling av aureunger fanga under elektrofiske på fem stasjonar i Nausta den 30. september 1993 ($n = 57$).



Det er verd å merke seg at det i 1993 vart fanga 25 laks og 26 aureunger på stasjon 19 medan tala for 1995 var lågare, berre 2 og 12 (Tabell 4 og Tabell 7). Det er mogeleg at den føregåande flaumen i 1995 hadde påverka fordelinga av ungfisk i elva noko som gjer samanlikningane litt usikre. I 1993 vart elektrofisket utført meir enn ein månad tidlegare enn i 1995 og i løpet av oktober ville nok fisken ha vakse litt. Dette gjer også at anslaga for presmolttettleik var litt for låge for 1993. Totalt sett ser det ut som om alle årsklassar av laks frå og med 1991 er representerte i Nausta og resultata indikerer ein relativt låg variasjon i styrke mellom årsklassane. Denne variasjonen ser ut til å vere større for aure, og sidan aure toler forsuring betre enn laks (Lien m.fl. 1996), er det lite som tyder på at det er surt vatn som er årsak til variasjonen. Det same er tilfelle for temperatur, laks er verre stilt når temperaturen blir låg enn auren.

I vurderinga av ungfisksituasjonen i Nausta 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 årsgjennomsnitt for smoltprodusjonen er relativt stabil over årene (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 konkurransje mellom individua om plass og mat. Dette betyr at om f.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.

Nausta er rekna mellom dei elvane som ligg på grensa i høve til forsuringsskade på laksestammen og det er tidlegare rekna med at laksestammen er redusert som følgje av forsuring (Lien m.fl. 1996). Utgangspunktet for denne vurderinga er at det var lite rekruttering av laks i 1982 og 1983, altså tidleg på 80-talet (Lien m.fl. 1988). Vasskjemiske målingar viser at vasskvaliteten har blitt betre etter den tid og det same viser utviklinga i botndyrsamfunnet (Krogliund m.fl. 1994). Resultata frå ungfiskundersøkingane i 1993 og 1995 er også i tråd med det ein skulle forvente utfrå vasskjemiske målingar og botndyrstudiar. Som nemnt kan ein ikkje utelate at eventuell dødelegheit på lakseungar i sure periodar er kompensert ved redusert tettleiksavhengig dødelegheit.



FANGST OG GYTEBESTAND

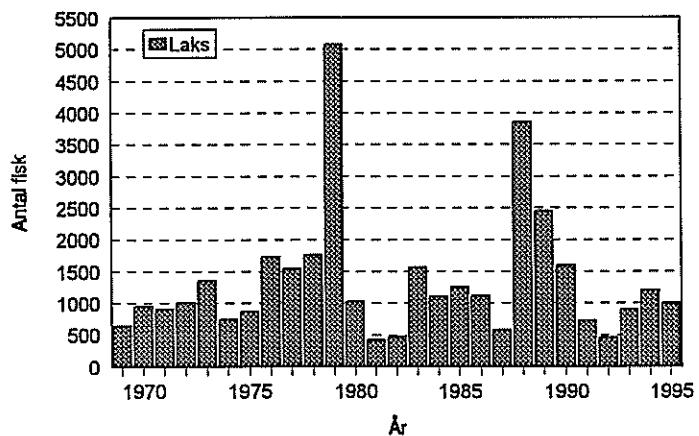
FANGST I PERIODEN 1969 TIL 1995

Fra og med 1969 vart det skilt mellom laks og aure i den offisielle fangststatistikken. For å illustrere bestandsutviklinga for laks og sjøaure i Nausta er difor berre fangstane i 27-års perioden fra 1969 til 1995 tekne med.

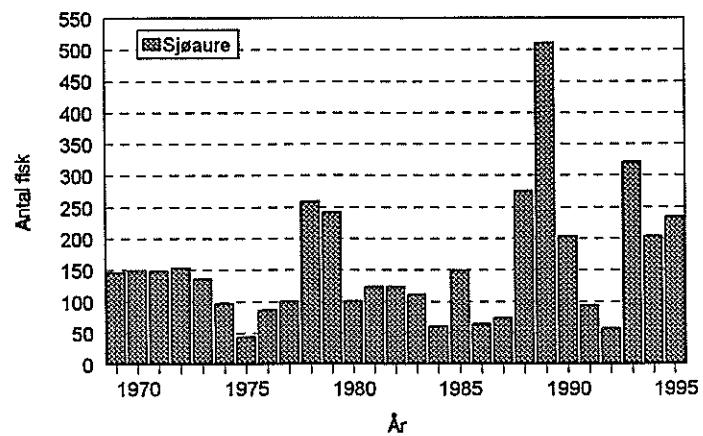
Nausta er ei smålakselv. Gjennomsnittleg fangstvekt for laksen var 2,4 kg (variasjon mellom 1,9 - 3,8kg) i 27 -års perioden fra 1969 - 1995. Årleg fangst av laks har i antal stort sett variert mellom 500 og 1500, men med ekstreme fangstar einskilde år. T.d. vart det fanga over 5000 laks i 1979 og over 3800 i 1988. Det er ingen klare tendensar i fangstutviklinga i denne perioden (Figur 15 og 16). Dei siste 10 åra har det vore eit aukande innslag av rømd oppdrettslaks i elvane på Vestlandet. Fangst av rømd oppdrettslaks inngår i fangststatistikken slik at fangsttala for villaks er lågare enn statistikken viser.

Fangstane av sjøaure har vore lågare enn 250 dei fleste åra, men nådde opp i over 500 i 1989. Fangstmönsteret for sjøaure og laks er jamnt over samanfallande (Figur 15 og 16).

FIGUR 15. Årleg fangst (antal) av laks i Nausta i perioden 1969 til 1995. Tala er henta frå den offentlege fangststatistikken (NOS).



FIGUR 16. Årleg fangst (antal) av sjøaure i Nausta i perioden 1969 til 1995. Tala er henta frå den offentlege fangststatistikken (NOS).





STORLEIK OG STORLEIKSFORDeling

L.M. 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).

Nausta er kjend som ei smålakselv der fangstane er dominert av laks som kjem attende etter ein vinter i sjøen. Vasshaug (1977) oppgjev at andelen smålaks ligg mellom 80 og 85%. For dei tre siste åra (1993 - 1995) utgjorde fangsten av smålaks i gjennomsnitt 83% (variasjon 75% - 90%) av totalfangsten. Mellomlaks utgjorde 15% (10% - 23%) og storlaks 2% (1% - 2%). Gjennomsnittsvekta for smålaks, mellomlaks og storlaks var høvesvis 1.67 kg, 4.68 kg og 8.11, totalt 2.25 kg (Tabell 8).

TABELL 8. *Fangst (antal, frekvens og gjennomsnittsvekt) av smålaks, mellomlaks og storlaks i Nausta i 1993, 1994 og 1995.*

År	Smålaks (under 3kg)			Mellomlaks(3 - 7kg)			Storlaks(over 7 kg)			Totalt		
	Ant.	Frek %	Snitt vekt	Ant.	Frek %	Snitt vekt	Ant.	Frek %	Snitt vekt	Ant.	Frek %	Snitt vekt
1993	764	84,5	1,54	119	13,2	4,35	21	2,3	8,38	904	100,0	2,07
1994	1079	89,7	1,80	114	9,5	4,82	10	0,8	7,80	1203	100,0	2,13
1995	745	74,6	1,65	233	23,3	4,88	20	2,0	8,15	998	100,0	2,54
Totalt	3688	83,4	1,66	555	15,0	4,68	17	1,6	8,11	3105	100,0	2,25

GYTEBESTAND OG EGGTETTLEIK

Høvet mellom gytebestand og rekruttering er eit sentralt tema i fiskeforvaltinga. Kor mange gytefisk må det vere for å sikre full rekruttering? Det er antal egg som blir gytte som er avgjerande og difor hoene som er viktige i ei slik vurdering. Dette gjeld også vurderingane av kor mange gytehoer det må vere i ein bestand for å sikre den genetiske variasjonen. For å hindre gyting og genetisk innblanding av rømd oppdrettslaks bør bestanden av vill gytelaks vere talrik fordi den rømde oppdrettslaksen då blir utkonkurrert (Lura 1995). Ulike studiar har vist at eggettleiken helst bør vere over 2 egg pr. m² for å sikre full rekruttering (Hay 1987, Gibson 1993, Sættem 1995). Denne grensa kan variere mellom elvar og i Vosso var ein eggettleik under 1 egg pr. m² tilstrekkeleg til å gje høge tettleikar av årsungar om hausten (Sægrov m.fl. 1994). I Suldalslågen er det rekna at ein eggettleik på 1,5 er tilstrekkeleg til å sikre full rekruttering (Sægrov & Kålås 1996).

For å rekne ut den årlege bestanden av gytehoer og antal egg som er blitt gytt kvart år 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). Antalet egg



pr. holaks er rekna til å vere 1300 egg pr. kg fisk (Sættem 1995, Barlaup m.fl. 1994).

Desse utrekningane er gjort for dei tre storleikgruppene som er skilde i fangststatistikken dei siste tre åra (1993 til 1995). Gjenomsnittstala for vekt og eggantal for kvar gruppe for desse tre åra er nytta ved utrekning av antal egg pr. m² elvebotn for perioden 1969 til 1995. Det totale elvearealet er sett til 310.000 m² (12400m x 25m) for låg vassføring i gyteperioden (Vasshaug 1977).

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

I åra 1993 til 1995 var eggettleiken i Nausta mellom 2,7 og 4,6 pr. m² elvebotn, gjennomsnittleg 3,4 (Tabell 9). For perioden 1969 til 1995 er minimum eggettleik rekna til å vere 1,4 (1981) og maksimum 16,8 (1979), gjennomsnittleg 4,5 egg pr m² (Figur 17). For dei ti elvane som han undersøkte fann Sættem (1995) ein gjennomsnittleg eggettleik på 2,1 for laks, altså litt lågare enn gjennomsnittet i Nausta dei siste tre åra.

TABELL 9. *Estimert gytebestand av laksehoer og totalt antal gytte egg i Nausta 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 fiske sesongen (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. Elvearealet om hausten er rekna til 310.000 (12400m x 25m) (Vasshaug 1977, Sættem 1995).*

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	78	2002	156.156	89	5655	497.640	16	10894	174.304	183	828.100	2,67
1994	111	2340	259.740	86	6266	538..876	8	10140	81.120	205	879.736	2,84
1995	76	2145	163.020	175	6344	1110.200	15	10595	158.925	266	1432.145	4,62
Sritt	88	2162	192.972	116	6088	715.572	13	10543	138.116	218	1046.660	3,37

Det er verd å merkje seg at tettleiken av lakseegg i Nausta berre var 1,5 egg pr. m² hausten 1992 og dette er ein av dei lågaste eggettleikane i heile perioden fra 1969 til 1995 (Figur 17). Likevel var den årsklassen som kom opp av grusen våren 1993 meir talrik enn dei føregåande og dei to etterfølgjande. Dette indikerer at det kvart år er såpass mykje gyting i Nausta at variasjonar i årsklassesstyrke ikkje har samanheng med antal gytefisk.

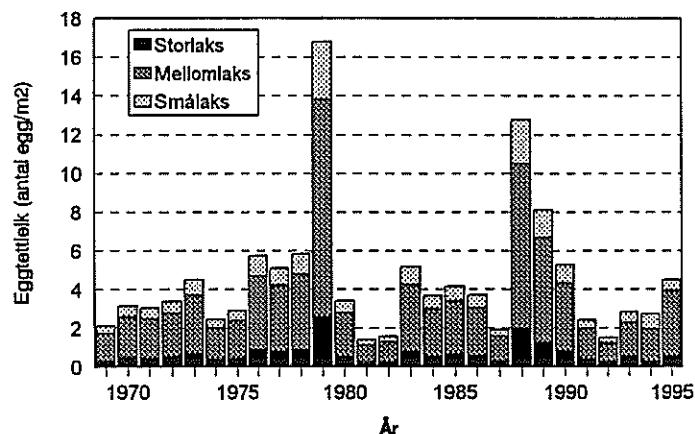
Under ungfiskundersøkingar i Nausta i 1982 og 1983 vart det registrert låg tettleik av 0+ laks samanlikna med dei føregåande og etterfølgjande åra og dette fell saman med uvanleg dårleg vasskvalitet desse åra (Lien m. fl. 1988). Det er likevel verd å merkje seg at talet på gytelaks i 1981 og 1982 var dei lågaste som er registrert for heile perioden 1969 til 1995. Ein kan difor ikkje utelate at redusert rekruttering for desse årsklassane også kan skuldast lite gyting. Det er også viktig å merkje seg at når fangstane ligg på eit lågt nivå og gytebestanden er marginal kan feilkjelder på grunn av statistikkføring og utrekning av fangstandel medføre at estimata for gytebestand i høve til rekruttering er spesielt usikre.

Den høge fangstandelen for smålaks har ein interessant konsekvens. Dersom ein nyttar tala for



fangstandel frå andre elvar (Sættem 1995, Sægrov & Kålås 1996) utgjer smålaks gjennomsnittleg 83% av fangsten i fiske sesongen, men bidraget til den totale eggmengda i gyteperioden er berre 18%. Storlaks utgjer 2% av fangsten, men bidreg med ei eggmengd som utgjer 15% av totalen. Det største bidraget kjem frå mellomlaksen med 67%, (Figur 17), men denne gruppa utgjer berre 15% av fangsten.

FIGUR 17. *Estimert eggettleik (antal/m² elvebotn) fordelt på bidraget for smålaks, mellomlaks og storlaks i Nausta i perioden 1969 til 1995.*



Sidan bestanden i antal er dominert av smålaks indikerer desse tala at dei fleste laksane har foreldre som var mellomlaks. Dette kan bety at livshistoria til laksen i elva er resultatet av utvalsfaktorar 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 relativt lite påverka av selektiv fangst.

Totalt sett er det lite som tyder på at manglande gyting kan forklare variasjonen i laksefangstane mellom år i Nausta, men også at gytebestanden ein skilde år er marginal i høve til å gje full rekruttering.



GJELLEUNDERSØKINGAR

Det vart samla inn gjelleprøver frå fem laks og fem aure på tre stasjonar i Nausta,- den nederste (nr 19), den øverste (nr 1) og ein i midten (nr 7). Ein gjelleboge frå kvar fisk vart dissekkert ut og fiksert på buffra formalin. Dei vart siden 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. Her vart i tillegg nytta farging med solokromazurin.

Det vart berre registrert små strukturelle endringar på gjellene (tabell 10). For dei fleste var dette spreidd førekomst av mindre hyperplastiske og hypertrofiske endringar. I praksis var gjellestrukturen normal og slik ein skal vente å finne i ei frittlevande bestand av fisk utan problem med vasskvalitet av noko slag. Om ein ser laks og aure under eitt, var det ikkje skilnad på fisken som vart fanga på dei tre ulike lokalitetane. Det er heller ikkje noko som tyder på at dei to artane skil seg frå kvarandre i strukturelle endringar på gjellene. Ein fisk hadde aneurismar,- ballongdanningar fylt med blodceller på sekundærلامellene. Dette kan ha samanheng med mogeleg uheldig avliving av fisken. Det vart ikkje påvist aluminiumsutfelling på gjellene med nokon av dei to fargemetodane som vart nytta.

TABELL 10: Strukturelle endringar på gjeller fra laks og aure fanga på tre stasjonar i Nausta 8. og 9. november 1995. Forkortingane tyder N=normal, Hp=hyperplasi, Ht=hypertrofi, S=auka mengde slimceller, A=aneurismar og tala syner graden av endring frå 1 til 5, der 1=så små/ubetydelege endringar og 5= svært sterke endringar der fisken også vil vise kliniske sjukdomsteikn. Undersøkingane er utført av Hans Aase ved Aqua-Lab as. i Bergen.

STAD	LAKS					AURE				
	Fisk 1	Fisk 2	Fisk 3	Fisk 4	Fisk 5	Fisk 1	Fisk 2	Fisk 3	Fisk 4	Fisk 5
St. 1	N	N	Hp1/Ht1/S1	N	N	Hp2	Hp1	N	Hp1	Hp1
St. 7	N	N	Hp1	Hp1/Ht1	Hp1	N	N	Ht1	N	Hp1
St. 19	Hp2	A1	Hp1	N	N	N	N	N	Hp1/Ht1	N

Desse gjelleprøvene tyder på at ingen av dei undersøkte fiskane på nokon av dei tre stadane i Nausta har vore utsett for tidlegare langvarig eller nyleg kortvarig eksponering for høge aluminiums-konsentrasjonar knyta til sure episodar i elva.

Ein kan ut fra desse resultata ikkje seie noko om smolten sin situasjon i vassdraget. Med bakgrunn i dei framsatte hypotesene om at smolten er ekstra følsom for påverknad av aluminium, med konsentrasjonar på ned mot 15 - 20 µg labil Al/liter som grense, kan ein ikkje utelate at smolten år om anna kan oppleve slike tilhøve. I kva grad dette også påverkar sjøvasstoleransen til fisken gjenstår å syne.



LITTERATUR

- BARLAUP, B.T., H.LURA, H.SÆGROV & R.C.SUNDT 1994.
Inter- and intra-specific variability in female salmonid spawning behaviour.
Canadian Journal of Zoology 72: 636-642.
- 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. 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.
- 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.
- HAY, D.W. 1987.
The relationship between redd counts and the number of spawning salmon in the Girnock Burn, Scotland. J.Cons. Int. Explor. Mer. 43: 146-148.
- 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, 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, B.MEIDELL LARSEN,
G.G.RADDUM & I.SEVALRUD 1988 .
Overvåking av langtransportert forurensset luft og nedbør. Naustavassdraget. Nedbør-,
vannkjemiske- og biologiske undersøkelser i 1986/86. Overvåkningsrapport 315/88, 121
sider. Statlig program for forurensningsovervåking. ISBN-82-577-1396-1.
- LUND, R., F.ØKLAND & T.G.HEGGBERGET 1994.
Utviklingen i laksebestandene i Norge før og etter reguleringene av laksefisket i 1989. -
NINA Forskningsrapport 054: 1-46.
- 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 forenset luft og nedbør. Årsrapport 1992. Oslo.
Rapport 553/93, Statlig program for forurensningsovervåking. TA -981/1993

STATENS FORURENSINGSTILSYN (SFT) 1994.

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

STATENS FORURENSINGSTILSYN (SFT) 1995.

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

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.

VASSHAUG, Ø. 1977.

Sogn og Fjordane Kraftverk. Fiskeribiologiske granskningar i Naustdal - Gjengedals vassdraga.
Sogn og Fjordane Fylke. Laksefisket. Fiskerikonsulenten i Vest-Norge, rapport 38 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.