



# Rådgivende Biologer AS

## RAPPORT TITTEL:

Fiskeundersøkingar i Nausta i Sogn & Fjordane hausten 1996 og våren 1997

## FORFATTARAR:

Cand. scient. Steinar Kålås

Cand. real. Harald Sægrov

## OPPDRAKSGJEVAR:

Fylkesmannens miljøvernavdeling, ved Merete Farstad

## OPPDRAGET GJEVE:

Oktober 1996

## ARBEIDET UTFØRT:

Oktober 1996 - august 1997

## RAPPORT DATO:

22. april 1998

## RAPPORT NR:

297

## ANTAL SIDER:

18

## ISBN NR:

ISBN 82-7658-157-9

## RAPPORT UTDRAG:

Rådgivende Biologer har undersøkt ungfiskstettleik, alder og vekst til laks- og aureungar i Nausta hausten/vinteren 1996/97. Gjeller frå fisk er undersøkt hausten 1996 og våren 1997.

Tettleiken av lakseungar eldre enn årsyngel var 26 pr. 100 m<sup>2</sup> og tettleiken av aureungar større enn årsyngel var 15 pr. 100 m<sup>2</sup>. Veksten til laks og aure er omlag som ved tidlegare undersøkingar. Vekst og aldersfordeling tilseier at mange av laksane og dei fleste aurane går ut av elva etter to år. Gjennomsnittleg smoltalder vart rekna til 2,5 år for laksesmolt og 2,3 år for auresmolt som skulle vandre ut våren 1997. Gjennomsnittleg alder på 25 stk. utvandrande laksesmolt fanga våren 1997 var 2,3 år. Total fangst av presmolt var høgare i 1996 enn i 1995, høvesvis 18,8 og 13,0 pr. 100 m<sup>2</sup>. Presmolttettleiken av laks hadde auka litt meir enn presmolttettleiken av aure frå 1995 til 1996. Gjellene til ungfisken var så godt som feilfrie, men enkelte hadde teikn på vevsendringar, mest på aure. Det vart ikkje registrert utfellingar av aluminium på gjellene.

Trass i låge fangstar av vaksen laks, har rekrutteringa har vore svært god dei siste to åra, og spesielt god for årsklassen som klekte våren 1995. Denne årsklassen var svært talrik som 1+ i 1996, og mange gjekk ut som smolt våren 1997. Det kan vere fleire årsaker til den gode rekrutteringa og høge produksjonen i 1996. Lite snø vinteren 1995/96 gjorde at vassføringa var uvanleg låg våren og sommaren 1996. Vasskvaliteten var også betre i 1996 enn føregåande år i mange vassdrag. For å skilje mellom desse effektane må ein ha resultat frå elvar med stabilt god vasskvalitet, men det at auren også responderte med auka tettleik i Nausta indikerer at redusert vassføring var den viktigaste faktoren i denne elva. Det er berre små skilnader i vekstmønsteret på fisken. I 1996 var det høg tettleik av laks- og aureungar i Nausta og fiskebestandane ser ikkje ut til å være negativt påverka av vasskvaliteten.

## EMNEORD:

-Laks - Sjøaure - Vasskvalitet  
-Naustdal kommune

## SUBJECT ITEMS:

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



## FØREORD

Rådgivende Biologer as. har på oppdrag frå Fylkesmannens miljøvernavdeling i Sogn og Fjordane for andre år på rad utført granskingar av dei anadrome fiskebestandane i tre elvar i Sogn og Fjordane. Føremålet med undersøkingane er å skaffe grunnlag for å vurdere om laks- og sjøaurebestandane i desse elvane er negativt påverka av sur nedbør i påviseleg grad. Dei tre elvaneer Lona i Fjaler kommune, Nausta i Naustdal kommune og Gaula som ligg hovudsakleg i Gaular kommune. Denne rapporten omhandlar Nausta.

Undersøkinga i vassdraga omfatta følgjande element:

- 1) Ei enkel prøvetaking av vasskvalitet
- 2) Elektrofiske etter ungfisk hausten 1996 og våren 1997, tettleik-, alder- og vekst-analysar
- 3) Undersøking av fiskegjeller for å påvise eventuelle forsuringsskader

I samband med denne undersøkinga er det berre teke enkle vassprøver som er analysert med omsyn til aluminiumskjemi, surleik (pH) og i nokre tilfelle syrenøytralisierende evne (ANC). Prøvene er analysert ved Chemlab Services as i Bergen og NIVA sitt laboratorium i Oslo.

Gjelleprøver frå laks- og aureungar er analyserte for å kunne påvise eventuell aluminiumutfelling. 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. Svein Elnan deltok under feltarbeidet i mai 1997.

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

Høyringsutkast er datert: Bergen 3. september 1997.

Rapporten er datert: Bergen, 22. april 1998.

## INNHALD

FØREORD .....	2
INNHALD .....	2
SAMANDRAG OG KONKLUSJONAR .....	3
NAUSTA .....	4
UNGFISK .....	6
Tettleik og alder i 1996 .....	6
Lengde og vekst .....	7
Variasjon i årsklassestyrke .....	8
Presmoltettleik .....	9
Undersøking av laksesmolten våren 1996 .....	10
FANGSTSTATISTIKK .....	11
GJELLEUNDERSØKINGAR .....	13
VASSKVALITET .....	14
DISKUSJON .....	15
LITTERATUR .....	17



## SAMANDRAG OG KONKLUSJONAR

Kålås, S & H. Sægrov 1997. *Fiskeundersøkingar i Nausta i Sogn & Fjordane hausten 1996 og våren 1997. Rådgivende Biologer, rapport 297, 18 sider, ISBN 82-7658-157-9.*

Rådgivende Biologer as. har undersøkt ungfiskttettleik, alder og vekst til laks- og aureungar i Nausta. Gjellekvalitet vart undersøkt både hausten/vinteren 1996/97 og våren 1997.

### Ungfisk

Ungfiskttettleik vart undersøkt ved elektrofiske etter standardisert metode på 10 stasjonar (areal = 100m<sup>2</sup>) i Nausta den 12. desember 1996 og 23. januar 1997 ved låg vassføring og ein vassstemperatur på 1,5°C i desember og 0,5°C i januar. 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. All fisk større enn 50 mm vart aldersbestemt ved analyse av otolittar.

Totalt vart det fanga 340 laks- og 209 aureungar. Tettleiken av lakseungar større enn årsyngel var 26 pr. 100 m<sup>2</sup> og tettleiken av aureungar 15 pr. 100 m<sup>2</sup>. Innslaget av kjønnsmogne dverghannar var 35 % av laksehannane som var større enn 90 mm. Lakseungane veks seinare enn auren og gjennomsnittleg lengde etter 1, 2, 3 og 4 vekstsesongar i elva var for laks: 55- 95 - 127 -139 mm og for aure: 52 - 109 - 145 og 177 mm. Veksten er om lag den same som vart registrert ved undersøkingar i 1974 (Vasshaug 1977) og 1995 (Sægrov m.fl. 1996) og ser dermed ikkje ut til å vere påverka av dei antekne gunstige tilhøva i elva våren/sommaren 1996. Med utgangspunkt i aldersfordeling, lengde og vekst vart gjennomsnittleg smoltalder rekna til 2,5 år for laksesmolt og 2,3 år for auresmolt som skulle vandre ut våren 1997. Gjennomsnittleg alder på 25 stk. utvandrande laksesmolt fanga våren 1997 var 2,3 år og gjennomsnittslengda var 119 mm med variasjon frå 98 mm til 134 mm.

Total fangst av presmolt var høgare i 1996 enn i 1995, høvesvis 18,8 og 13,0 pr. 100 m<sup>2</sup>, og presmolttettleiken av laks hadde auka litt meir enn presmolttettleiken av aure frå 1995 til 1996. I 1996 vart det i gjennomsnitt fanga 9,6 presmolt laks og 9,2 presmolt aure pr. 100 m<sup>2</sup>. Tilsvarende tal for 1995 var 5,8 presmolt laks og 7,2 presmolt aure pr. 100 m<sup>2</sup>. Trass i fåtallige gytebestandar dei siste åra var det god rekruttering i 1995 og i 1996, men det må også ha vore uvanleg høg overleving og produksjon av fiskeungar i 1996.

### Fangst og gytebestand

Nausta er ei smålakselv og gjennomsnittsvakta på laksen som vart fanga i fiskesesongen i perioden 1969 til 1996 var 2,5 kg. Årleg fangst av laks har normalt variert mellom 500 og 1500, men med ekstreme fangstar enkelte år. Gjennomsnittleg fangst av sjøaure har vore 180 kvart år.

### Gjelleprøver

Det var berre ubetydelege skader på gjeller frå laks og aure fanga i elva i desember, januar og mai 1997. Laksegjellene er så godt som feilfrie medan fleire av auregjellene har antydningar til vevsendringar på gjellene. Det vart ikkje funne utfelling av aluminium på dei undersøkte gjellene.

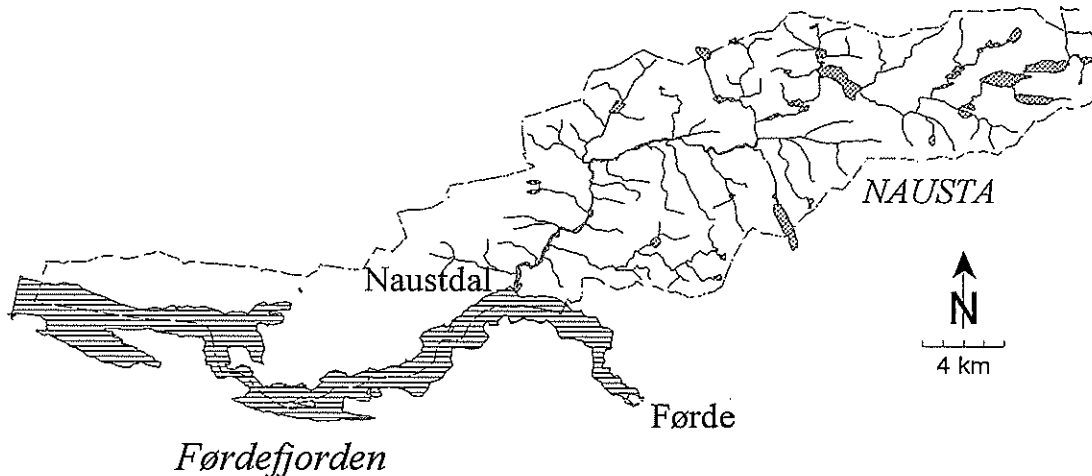
### Samanfattande konklusjon

Fangsten av presmolt av laks og aure var høgare i 1996 enn i 1995. Rekrutteringa av laks og aure har vore høg både i 1995 og 1996, sjølv trass i fåtallige bestandar av vaksne gyttarar. Det blir konkludert med at lite snø i fjellet og låg vassføring våren 1996 er den viktigaste grunnen til auken i ungfiskttettleik i 1996. Vasskvaliteten var også betre i 1996 enn føregåande år, men dette burde ha favorisert laksen i langt større grad enn auren. Resultata frå ungfiskundersøkingane og fangststatistikken tilseier at laksebestanden i Nausta ikkje er, eller har vore, negativt påverka av vasskvaliteten i påviseleg grad. Den generelle betringa i vasskvaliteten tilseier også at faren for skadelege episodar vil avta.



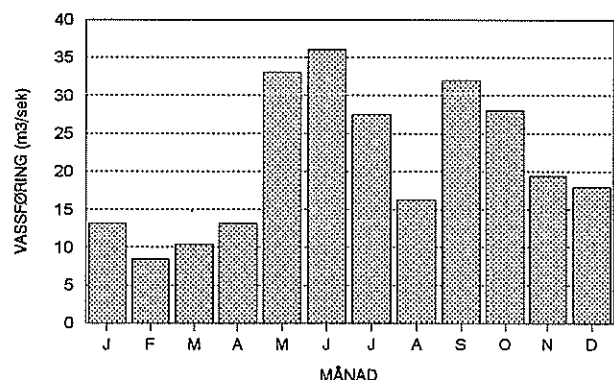
## NAUSTA

Nausta er eit relativt stort vassdrag med eit nedbørfelt på 275 km<sup>2</sup>, 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.



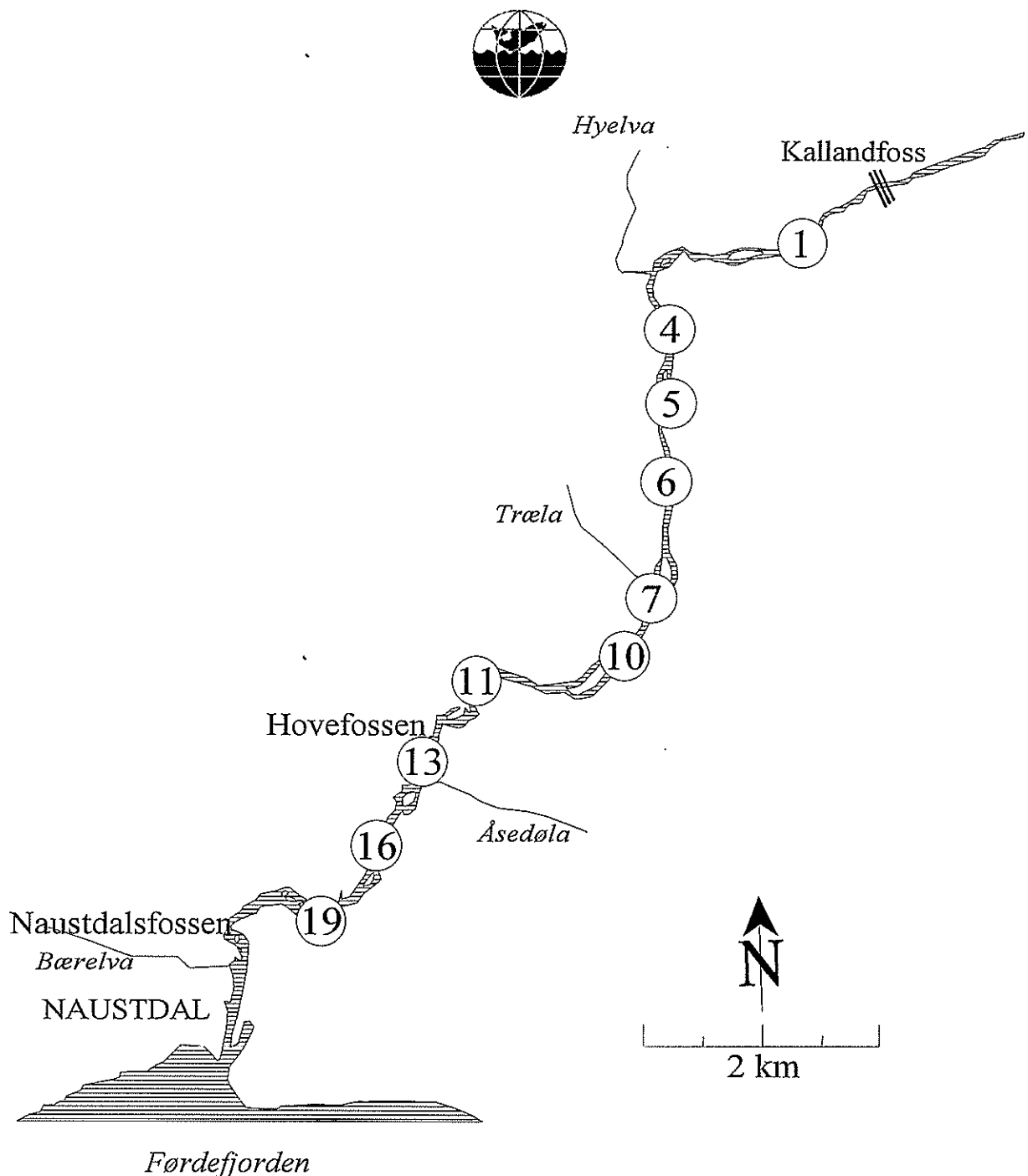
FIGUR 1: Nausta og Naustdalsvassdraget i Naustdal kommune. Den anadrome elvestrekninga er presentert i figur 3, der stasjonane for elektrofiske og prøvetaking av vasskvalitet er avmerka.

Den laks- og sjøaureførande strekninga utgjer 12,4 km og på denne strekninga er det to fossar,- Naustdalsfossen 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 laksetropp i fossen gjer at laksen kjem seg vidare oppover, men troppa fungerer best ved relativt låg vassføring og fossen må difor reknast 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 m<sup>3</sup>/sek til 210 m<sup>3</sup>/sek på eitt døgn (Vasshaug 1977).



FIGUR 3: Den laks- og sjøaureførende delen av Nausta med stasjonane for elektrofiske i 1995 og 1996 innteikna. Nummereringa er den same som har vore nytta ved tidlegare undersøkingar (Lien m.fl. 1988). På stasjon 1, 7 og 19 er det teke vassprøver og gjelleprøver av fisk i 1995 og 1996/97. Stasjonane har følgjande UTM-koordinatar: 1:(LP 305 305), 4:(LP 295 298), 5:(LP 294 291), 6:(LP 294 283), 7:(LP 293 275), 10:(LP 290 270), 11:(LP 277 267), 13:(LP 272 262), 16:(LP 268 255), 19:(LP 263 248).



## UNGFISK

Fiskeundersøkinga omfatta fiske med elektrisk fiskeapparat på 5 stasjonar den 12. desember 1996 (st 1-7) og 5 stasjonar den 23. januar 1997 (st. 10-19) (tabell 1). Desse ti stasjonane har også vore fiska ved tidlegare undersøkingar (Lien m.fl.1988, Sægrov m.fl. 1996). På kvar stasjon vart eit areal på 100m<sup>2</sup> overfiska tre gonger med ca. ein halv times mellomrom etter ein standardisert metode (Bohlin m.fl. 1989). All fisk vart tekne med og seinare oppgjort. Fiskane vart artsbestemt og lengdemålt, alderen vart bestemt ved analyse av otoliittar (øyresteinar) og kjønn og kjønnsmodning vart bestemt. Vassføringa var låg og vasstemperaturen var 1,5°C ved undersøkingane i desember og 0,5°C i januar. Vassføringa var våren og sommaren 1996 svært låg på grunn av uvanleg lite snø i fjellet dette året. Dette førte til betre vasskvalitet og uvanleg gode veksttilhøve om våren og sommaren.

### Tettleik og alder i 1996

Totalt vart det fanga 340 lakseungar og 209 aureungar på dei ti stasjonane i elva. Gjennomsnittleg tettleik av fisk eldre enn årsyngel var 26 laks pr. 100 m<sup>2</sup> og 15 aurar pr. 100 m<sup>2</sup>. Inkludert årsyngel var tettleiken 41 laks pr. 100 m<sup>2</sup> og 24 aure pr. 100 m<sup>2</sup>. 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 1). Inkludert årsyngel var tettleiken av lakseungar dobbelt så høg i 1996 som i 1995, medan tettleiken av aureungar var omlag som i 1995 (Sægrov m.fl. 1996). Det har altså vore god rekruttering av laks både i 1995 og 1996 sjølv om fangstane av vaksen fisk i elva har vore låge og gytebestandane tilsvarande fåtallige.

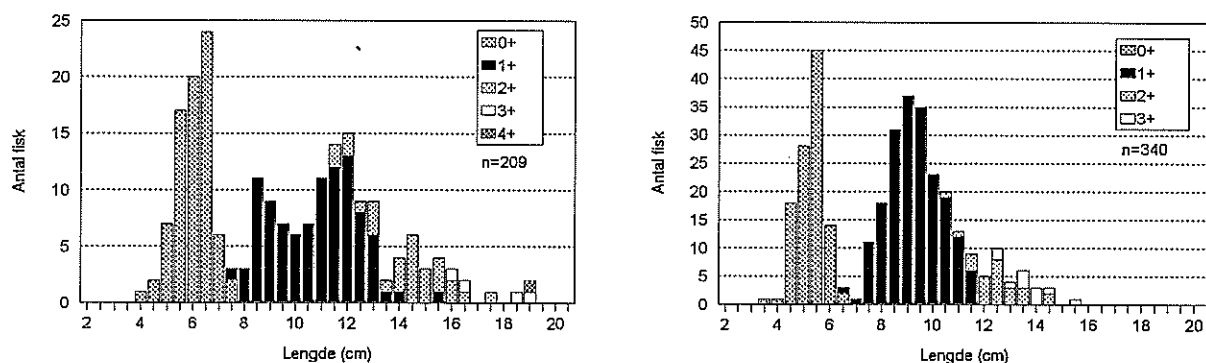
TABELL 1: Fangst av laks og aure under kvar av tre elektrofiske omgangar på ti stasjonar i Nausta den 12. desember 1996 (st 1-7) og 23. januar 1997 (st 10-19). Fangsten er oppgjeven som ungfisk eldre enn årsyngel medan fangst inkludert årsyngel står i parentesar. Stasjonsnummereringa er som ved tidlegare undersøkingar (Lien m.fl.1986, Sægrov m.fl. 1996). Tettleik er utrekna etter Bohlin m.fl. 1989 og 95%-konfidensintervall er oppgjeve.

STASJON	Fiskeomgang			Sum	Tettleiksestimat N/100m <sup>2</sup> ± 95% konf. int.	
	1.	2.	3.			
<b>LAKS</b>						
1	2 (6)	5 (7)	0 (2)	7 (15)	10 ± 11	(21 ± 18)
4	33 (33)	10 (10)	4 (4)	47 (47)	49 ± 4	(49 ± 4)
5	18 (18)	5 (6)	4 (5)	27 (29)	29 ± 5	(33 ± 8)
6	8 (8)	9 (9)	4 (5)	21 (22)	36 ± 44	(48 ± 90)
7	15 (16)	8 (8)	2 (2)	25 (26)	27 ± 5	(28 ± 4)
10	26 (27)	15 (17)	5 (5)	46 (49)	51 ± 9	(55 ± 10)
11	0 (2)	0 (1)	0 (0)	0 (3)	0	(3 ± 1)
13	15 (17)	8 (11)	6 (6)	29 (34)	38 ± 18	(44 ± 18)
16	16 (55)	8 (30)	3 (25)	27 (110)	30 ± 6	(153 ± 47)
19	1 (2)	0 (2)	0 (1)	1 (5)	1 ± 0	(8 ± 19)
SUM	134 (184)	68 (101)	28 (55)	230 (340)	26 ± 2	(41 ± 4)
<b>AURE</b>						
1	3 (10)	4 (11)	0 (0)	7 (21)	8 ± 4	(23 ± 5)
4	13 (21)	7 (10)	5 (7)	25 (38)	32 ± 26	(46 ± 14)
5	9 (13)	3 (3)	5 (8)	17 (24)	26 ± 25	(39 ± 39)
6	6 (6)	1 (1)	0 (0)	7 (7)	7 ± 0,3	(7 ± 0,3)
7	5 (9)	8 (9)	1 (1)	14 (19)	19 ± 15	(22 ± 7)
10	24 (29)	7 (8)	3 (4)	34 (41)	35 ± 3	(43 ± 4)
11	0 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (1)	0	(1 ± 0)
13	0 (3)	0 (0)	0 (1)	0 (4)	0	(4 ± 2)
16	15 (26)	4 (9)	7 (8)	26 (43)	34 ± 17	(50 ± 11)
19	0 (4)	0 (2)	0 (5)	0 (11)	0	(22 ± 144)
SUM	75 (122)	34 (53)	21 (34)	130 (209)	15 ± 2	(24 ± 2)



## Lengde og vekst

Lengdefordelinga av laks viser to hovudgrupper, den eine er årsungar som er fordelt i lengdeintervallet 3,8 - 6,6 cm (tabell 2). Den neste gruppa består hovudsakleg av 1+, men også 2+ og 3+ laks som har høvesvis to, tre og fire vekstsesongar bak seg i elva (figur 4). Det er også råd å skilje årsyngelen av aure frå eldre aure. Årsyngelen er frå 42 til 75 mm lange medan den minste 1+ auren er 78 mm (tabell 2). Alderen på eldre fisk kan ikkje avgjerast på grunnlag av lengd.



FIGUR 4: Lengdefordeling av aureungar (venstre; n=209) og lakseungar (høgre; n =340) fanga under elektrofiske på 10 stasjonar i Nausta i desember/januar 1996/97.

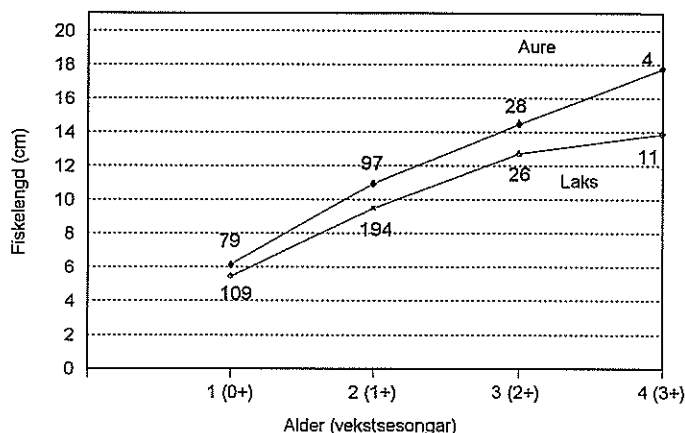
TABELL 2: Gjennomsnittleg lengde i mm  $\pm$  standard avvik og lengdevariasjon for ulike aldersgrupper av laks og aure som var fanga under elektrofiske på 10 stasjonar i Nausta i desember/januar 1996/97.

	ALDER I VEKSTSESONGAR (ÅR)				Totalt
	1 (0+)	2 (1+)	3(2+)	4 (3+)	
<b>LAKS</b>					
Antal	109	194	26	11	340
Lengd $\pm$ s.d.	55 $\pm$ 5	95 $\pm$ 10	127 $\pm$ 9	139 $\pm$ 9	
Min.- maks.	38 - 66	67 - 116	109 - 148	125 - 156	38 - 156
<b>LAKS, DVERGHANNAR</b>					
Antal	0	7	12	9	28
Lengd $\pm$ s.d.		93 $\pm$ 2	127 $\pm$ 10	136 $\pm$ 7	
Min.- maks.		90 - 97	114 - 148	125 - 147	90 - 148
<b>AURE</b>					
Antal	79	97	28	4	208 (+1 4+)
Lengd $\pm$ s.d.	62 $\pm$ 7	109 $\pm$ 16	145 $\pm$ 15	177 $\pm$ 15	
Min.- maks.	42 - 75	78 - 155	115 - 179	163 - 192	42 - 192

Aureungane veks raskare enn lakseungane og er etter første vekstsesongen (som 0+) gjennomsnittleg 7 mm lenger enn laksen (høvesvis 62 og 55 mm). Etter to vekstsesongar er aureungane gjennomsnittleg 109 mm og lakseungane 95 mm. 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 alt etter to år i elva. Auren veks jamnt til og med den fjerde vekstsesongen utan teikn til vekstreduksjon med aukande alder (tabell 2, figur 5). Dei antekne betre tilhøva i elva våren og sommaren 1996 ser ikkje ut til å ha gjeve merkbart betre vekst for laks og aure.



FIGUR 5: Gjennomsnittleg lengde (cm) ved avslutta vekstsesong for dei ulike aldersgruppene av laks og aure som vart fanga under elektrofiske i Nausta i desember/januar 1996/1997. Tala er henta frå tabell 2.

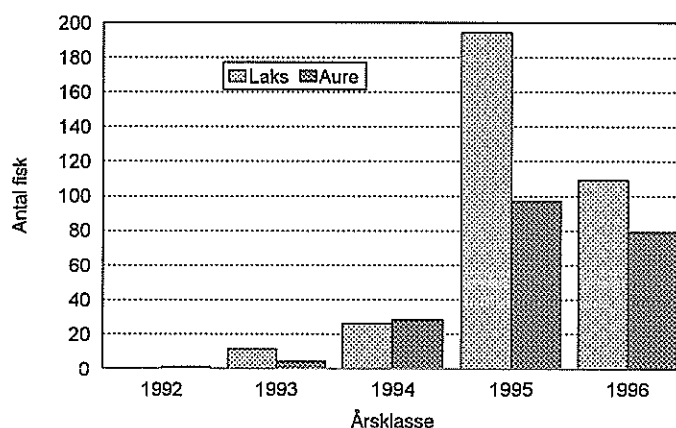


Mellom lakseungane var det 28 kjønnsmogne hannar (dverghannar) og den minste av desse var 9 cm. Det vart totalt fanga 81 hannlakseungar som var større enn 9 cm. Det var altså 35 % dverghannar i det innsamla materialet. Dette er omlag som ved undersøkinga i 1995 (Sægrov m.fl. 1996). Dverghannane var i gjennomsnitt like lange som gjennomsnittet for aldersgruppa (tabell 2).

### Variasjon i årsklassestyrke

Når det er jamn 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.

FIGUR 6: Totalfangsten av dei fire siste årsklassane av laks og aure ved elektrofiske på 10 stasjonar i Nausta i desember/januar 1996/1997.



Alle dei årsklassane av laks som ein skulle forvente å finne i elva var representerte. 1995-årsklassen var den mest talrike (figur 6). I dei fleste elvar er den yngste årsklassen mest talrik, men på den andre sida er større fisk meir fangbar. Totalfangsten av 1995-årsklassen var 109 i 1996 og 81 i 1995 og denne auken skuldast både at fisken var meir fangbar som 1+ enn som årsyngel, men det må også ha vore ei svært høg overleving frå 1995 til 1996.

Konkurransen 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. Sidan desse tilhøva også varierer mellom år innan ei elv, vil dette medføre variasjon i tettleiken av ungfisk. Det er likevel ofte påfallande stabile tettleikar av større ungfisk (presmolt) frå år til år innan elvar (Sægrov m.fl. 1994, Jensen 1996). Vinteren/våren 1995/95 ser det ut til å ha vore spesielt gunstige tilhøve for overleving (tabell 3).





## Fangst av presmolt

For å gje eit bilete av bestandsstatus for ungfisken i elva er ungfisken delt inn i tre storleiksgrupper. Ved inndelinga i desse gruppene er det brukt både lengde- og aldersgrense fordi overgangen til smolt er meir avhengig av veksthastigheit og storleik enn av alder. Den første gruppa av fisk er ein aldersklasse og omfattar alle årsungane (0+). Den andre gruppa er fisk som er eldre enn 0+ og mindre enn presmolt. I Nausta inngår ein varierende del av 1+ i denne gruppa. Både utvandringalder 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. Vi reknar at alle 1+ som er større enn 10 cm om hausten vil gå ut som smolt, tilsvarende alle 2+ som er større enn 11 cm og alle 3+ og eldre som er større enn 12 cm. Desse grensene er dei same for laks og aure, men aure større enn 16 cm blir ikkje rekna med (Sægrov m.fl. 1998). Ved utrekning av antal presmolt pr. 100m<sup>2</sup> brukar vi antal fanga i staden for estimat for tettleik. Dette er fordi såpass stor fisk har svært høg fangbarheit ved låg vassføring. Erfaringsmessig synest estimata basert på fangstreduksjon frå første til tredje fiskeomgang (Bohlin m.fl. 1989) å overestimere tettleiken i større grad enn det vi underestimerer ved å bruke dei reelle fangstane for såpass stor fisk. Det er uansett liten skilnad i tala frå desse tilnærmingane.

I 1996 vart det gjennomsnittleg fanga 9,6 presmolt laks og 9,2 presmolt aure pr. 100 m<sup>2</sup> (tabell 3). I andre elvar med bestandar som har tilsvarende smoltalder, har fangsten av presmolt laks stort sett variert mellom 4 og 8 pr 100 m<sup>2</sup>, men i dei andre elvane har det normalt vore lågare fangst av presmolt aure (Sægrov m.fl. 1998). Tettleiken i Nausta ligg dermed høgt i høve til mange andre elvar. Den høge fangsten av presmolt laks i 1996 skuldast både høg overleving frå 1995 til 1996 og at mange av denne årsklassen gjekk ut som 2-års smolt. Analysar av otolittar frå laksesmolt i mai 1997 viste at mange hadde vakse gjennom vinter og tidleg vår. Dette kan forklare kvifor den gjennomsnittlege smoltalderen på utvandrande smolt var lågare (2,3 år) enn forventa ut frå lengde - og aldersfordelinga om hausten og vinteren (2,5 år).

TABELL 3: Gjennomsnittleg fangst (antal/100m<sup>2</sup>) av laks og aureungar fanga på 10 stasjonar under elektrofiske i Nausta i desember/januar 1996/1997. Vi reknar at fangst/100 m<sup>2</sup> er nær den reelle tettleiken av presmolt.

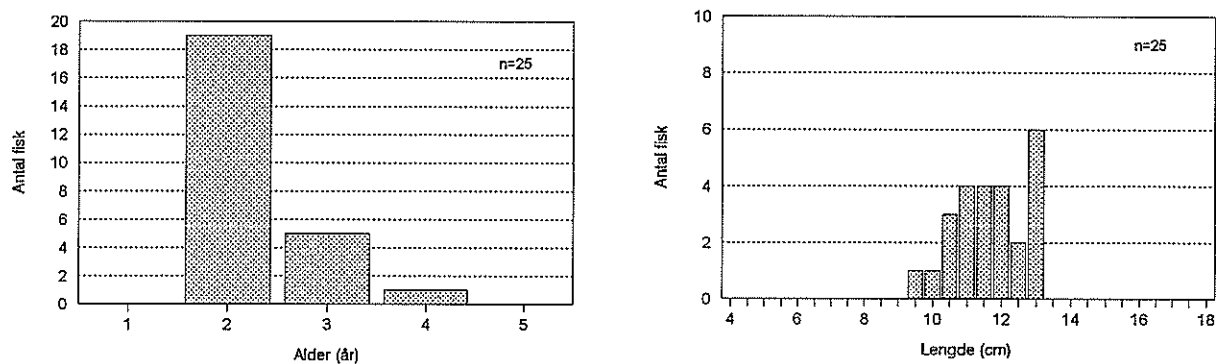
GRUPPE	LAKS		AURE		TOTALT	
	Totalt antal	Fangst Antal/100m <sup>2</sup>	Totalt antal	Fangst Antal/100m <sup>2</sup>	Totalt antal	Fangst Antal/100m <sup>2</sup>
1. Årsyngel (0+)	109	10,9	79	7,9	188	18,8
2. 0+<fisk<presmolt	134	13,5	31	3,8	165	16,5
3. Presmolt	96	9,6	92	9,2	188	18,8
Totalt	339	34,0	202	20,9	542	54,2



## Undersøking av laksesmolten våren 1997

Den 12. mai, 1997 vart eit område av elva ved stasjon 7 overfiska med elektrisk fiskeapparat. Det vart då samla inn 25 laksesmolt, 6 lakseparr, og 8 aureparr og smolt. Fiskane vart oppgjerne på same måte som fiskane som vart samla inn hausten og vinteren 1996. Det vart også teke gjelleprøvar av ein del fisk og resultatane frå dette er omtala i eige avsnitt seinare i rapporten.

Dei 25 laksesmoltane var i gjennomsnitt 119 mm lange med variasjon frå 98 mm til 134 mm (figur 7). Gjennomsnittleg smoltalder var 2,3 vekstsesongar og variasjonen var liten.



FIGUR 7: Alders- og lengdefordeling til 25 laksesmolt fanga i Nausta den 12. mai 1997.

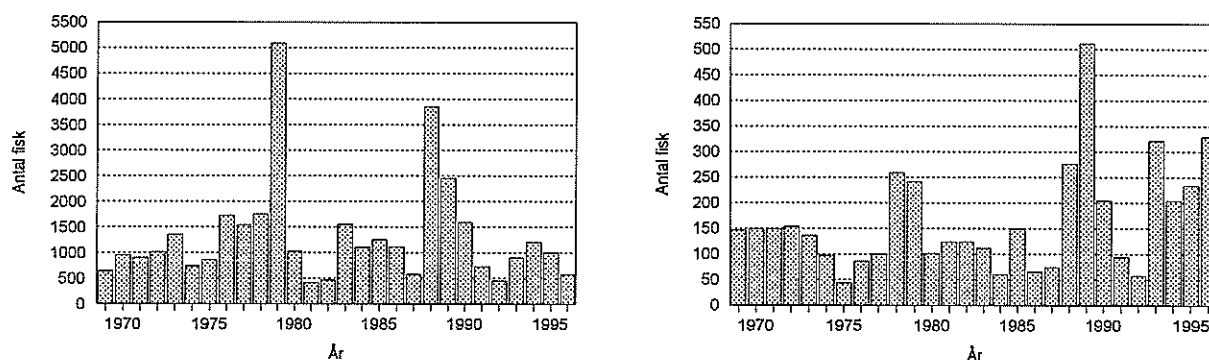


## FANGSTSTATISTIKK

Frå 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 28-års perioden frå 1969 til 1996 tekne med.

Nausta er ei smålaksely. Gjennomsnittleg fangstvekt for laksen var 2,5 kg (variasjon mellom år 1,9 - 4,3 kg) i 28-års perioden frå 1969 - 1996. Årleg fangst av laks har i antal stort sett variert mellom 500 og 1500, men med ekstreme fangstar einskilde år. Til dømes vart det fanga over 5000 laks i 1979 og over 3800 i 1988. Det er ingen klare tendensar i fangstutviklinga i denne perioden (**figur 8**). 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. Gjennomsnittleg fangst har vore 180 sjøaure kvart år. Det er ingen klår utviklingstendens i fangstane (**figur 8**).



FIGUR 8. Årleg fangst (antal) av laks (venstre) og aure (høgre) i Nausta i perioden 1969 til 1996. Tala er henta frå den offentlege fangststatistikken (NOS).



## GJELLEUNDERSØKINGAR

Gjellene er det organet på fisken der ein først kan påvise verknadene av dårleg vasskvalitet. Det er avgjerande for fisken si helse og utvikling at den har ein normal gjellefunksjon, både fordi oksygenopptaket føregår gjennom gjellene, men gjellene er også viktige for regulering av saltbalansen. Gjellene reagerer raskt på dårleg vasskvalitet som kan føre til endringar på gjellene. Desse endringane kan ved histologiske undersøkingar grovt klassifiserast i to typar; akutte endringar og kroniske endringar.

Akutte endringar oppstår etter korte episoder med påverknad fra giftstoff, f.eks. aluminium. Typiske symptom er ødem under det respiratoriske vevet, slik at dette blir løfta eller sprengt av frå pillarcellene 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 perioden like etter den giftige episoden.

Moderate og tidlige endringar av meir kronisk karakter vil ofte være hypertrofiske, - epitelcellene svulmar opp, noko som vanligvis skjer ved osmotiske forstyrrelsar. Slike skader kan utvikle seg vidare til hyperplastiske endringar, - det skjer ein auke i antal lag med celler som dekkjer gjellene. Ved kroniske irritasjonar er det vanleg at talet på slimceller aukar og at dei også kan påvisast nærmare spissen på sekundærlamellene. For nærmare omtale av denne typen skader viser vi til Trygve T. Poppes kapittel i "Fiskehelse, sykdommer, behandling, forbygging" (Poppe 1990).

Eksperimentelle undersøkingar ved Universitetet i Oslo har vist at aluminium-polymerisering på fiskegjellene er eit overflatefenomen. Slike skader kan bli fullstendig restituerte, sjølv etter eksponering for potensielt dødelege doser av aluminium, dersom fisken overlever den kritiske episoden rett etter at eksponering er avslutta (Kjelsberg 1997). I disse forsøka vart fisk ved 8°C eksponert for svært høge konsentrasjonar av labil aluminium på i gjennomsnitt 252 µg Al/l i frå 0,5 til 11 timar, og dei fiskane som overlevde vart følgde i "godt vatn" i opp til 42 døgn etter eksponeringa.

Det var omfattande skader på gjellene til fisken som hadde vore eksponert i lengst tid, medan dei med korttids eksponeringar berre hadde små skader. Allereie første døgnet etter at fisken vart sett i "godt vatn" vart det observert tydeleg betring sjølv på dei mest skadde gjellene, og etter to veker var gjellene så godt som heilt restituerte. Aluminiumsdeponering på gjellene vart berre observert på fisk i dei gruppene som hadde vore eksponert lengst, men allereie 24 timer etter eksponeringa var all aluminium borte frå sekundærlamellane og det låg berre igjen på eit par stader mellom primærlamellane.

Overført til elvar tilseier desse resultatata at akutte episodiske skader blir kroniske berre i vassdrag der det er ofte og store svingingar i vasskvalitet, eller der vasskvaliteten berre sjeldan blir så god at fisken får restituert seg. Påvising av aluminium på gjeller eller gjelleskader på fisk treng difor ikkje eintydig å bety at fiskebestanden er skadelidande. Slik påvising syner berre at fisken har vore eksponert for ein episode med mykje labil aluminium. Ein kan heller ikke utelate at fisk tidvis kan ha problem med dårleg vasskvalitet sjølv om gjellene er utan skade eller aluminium når fisken blir undersøkt.

Ved slike undersøkingar er det difor viktig å vurdere om og i kva grad skadene er kroniske. Dette vil igjen være avhengig av variasjonen i vasskvalitet, både med omsyn til kor ofte det er skadelig vasskvalitet og i kor lange periodar vasskvaliteten er så god at fisken kan få restituert eventuelle skader. Denne problematikken er i liten grad undersøkt eller dokumentert. Innhaldet av aluminium i overflatevatnet varierer svært mykje over tid i den einskilde lokalitet. I periodar med låge pH-verdiar er aluminiumskonsentrasjonane i vassdraga høgare enn når pH er høgare. Under spesielle surstøtepisodar vil også aluminiumskonsentrasjonen i vassdraga auke. I humusrikt vatn kan likevel innhaldet av aluminium være ekstremt høgt utan at dette fører til problem for fisken (Johnsen & Kambestad 1994). I slike tilfelle er aluminium bunde til humuspartiklar, og denne forma for organisk bunde aluminium er ikkje giftig for fisken.

Det vart samla inn gjelleprøver frå fem laks og fem aurar på tre stasjonar i Nausta, - den nederste (19), den øvste (1) og ein i midten (7). Ein gjelleboge frå kvar fisk vart dissekert ut og fiksert på buffra formalin. Dei vart sidan



støypte i parafin og snitta. Eit snitt vart farga med Haematoxylin-Eosin-Safrån (HES) og eit anna med ei modifisert Haematoxylin-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.

Ved undersøkinga i desember/januar vart det knapt funne strukturelle endringar på gjellene til dei innsamla fiskane. Det vart berre funne små/ubetydelege endringar på nokre få fisk. Dei fleste endringane vart funne på auregjeller. Ein aure hadde også auka mengde slimceller. Det vart ikkje funne endringar på gjeller frå fisk fanga på stasjon 1, lengst oppe i elva (tabell 4). Det vart funne høgare frekvens av gjelleendringar på fiskane samla inn i mai 1997, men berre i eitt tilfelle var endringane betydelege (tabell 4). To laksesmolt hadde auka mengde slimceller. Det vart ikkje påvist aluminiumsutfelling på gjellene med nokon av dei to fargemetodane som vart nytta.

TABELL 4: Strukturelle endringar på gjeller frå laks og aure fanga på stasjonar 1 og 7 i Nausta 12. desember 1996, på stasjon 19 3. januar 1997 og frå parr og smolt 12. mai 1997. 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=små/ubetydelege endringar og 5=svært sterke endringar der fisken også vil vise kliniske sjukdomsteikn. Al+ tyder at det er påvist aluminiumsutfellingar på gjellene. 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	N	N	N	N	N	N	N	N
St. 7	N	N	N	N	N	Ht2	Ht2	Ht2, Hp1, S	Ht1	Ht1
St. 19	N	N	Ht1	N	N	N	Ht1	N	N	N
parr	N	N	N	Ht1	N	N	Hp3, Ht1	Ht1	Ht1	-
smolt	Ht1	N	Ht1,S	Hp1,S	N	Ht1	N	-	Hp1	Ht1



## VASSKVALITET

Vasskvaliteten med omsyn på forsureing vart undersøkt i samband med ungfiskeundersøkingane hausten 1996 og våren 1997. Lågaste av målte pH var 5,86 i januar 1997 på stasjon 19. Mengda labil aluminium vart ikkje målt til å vere over 12 µg/l og syrenøytraliserande kapasitet (ANC) var ikkje under ca 10 µekv/l ved nokon måling (tabell 5). Verken laks eller aure skulle ha problem med ein slik vasskvalitet.

TABELL 5: Analyseresultat frå vassprøver tekne i Nausta. Prøvar tekne 12. desember 1996 (stasjon 1 og 7) og 12. mai 1997 (stasjon 6) er analysert av Chemlab services medan prøve teken 23. januar 1997 (stasjon 19) er analysert av NIVA sitt laboratorium i Oslo.

PARAMETER	EINING	Stasjon 1 (oppe)	Stasjon 7 (midten)	Stasjon 19 (nede)	Stasjon 6 (mai-97)
Surleik	pH	6,36	6,19	5,86	5,97
Leiingsevne	mS/m	-	-	1,89	-
Alkalitet	mmol/l	-	-	0,047	-
Farge	mg Pt/l	14	14	12,1	12
Kalsium	mg Ca/l	0,43	0,52	0,74	0,56
Magnesium	mg Mg/l	0,17	0,21	0,34	0,29
Natrium	mg Na/l	1,09	1,21	1,69	2,16
Kalium	mg K/l	0,25	0,34	0,41	0,32
Sulfat	mg S/l	1,2	1,5	1,3	1,3
Klorid	mg Cl/l	1,7	1,7	3,3	3,9
Nitrogen	µg N/l			245	
Nitrat	µg N/l	90	170	170	25
Karbon	mg/l C			1,6	
Reak. alum.	µg Al/l	35	36	31	29
Illab. alum.	µg Al/l	23	25	29	21
Labil alum.	µg Al/l	12	11	2	8
Svrenøytral.kap	ANC µekv/l	9,6	13	16,1	14,5



## DISKUSJON

Undersøkingane av ungfisk i Nausta i 1995 og 1996 viste at alle årsklassar av laks frå og med 1993 var talrikt representerte. Total fangst av presmolt laks og aure var høg samanlikna med mange elvar og det var ein tydeleg auke i fangsten av presmolt frå 1995 til 1996. Det er sannsynleg at denne auken skuldast høg overleving av eittåringar vår/sommar 1996 på grunn av låg vassføring og gunstige produksjonstilhøve i denne perioden (Sægrov m.fl. 1998). Høg overleving både for laks og aure tilseier at vasskvaliteten ikkje var avgjerande for endringa. Det vart også registreret ein tilsvarende og endå større auke i fangsten av presmolt frå 1995 til 1996 i andre elvar der vasskvaliteten har vore stabilt god i mange år og der vassføringa var uvanleg låg våren 1996 (eigne upubliserte resultat).

Fangstane av laks i Nausta føl utviklinga i andre sure og ikkje-sure elvar på Vestlandet i perioden 1970 til 1996. Nedgangen dei siste åra føl det generelle mønsteret for laksebestandane på Vestlandet som avvik frå mønsteret i elvar i Nord-Norge og på Austlandet. Dette indikerer at laksebestandane på Vestlandet og opp til Sør-Trøndeleg er utsett for ein ekstraordinær dødleghetsfaktor som ikkje er dårleg vasskvalitet, men mest sannsynleg skuldast negativ påverknad frå lakseoppdrett (Sægrov m.fl. 1997). Fangststatistikken for Nausta gjev dermed ikkje indikasjonar på at dårleg vasskvalitet har påverka overlevinga til lakseungar i elva eller utvandrande laksesmolt i påviseleg grad.

Både produksjonstilhøva i elv og overlevinga for laks i havet varierer til dels mykje innan korte tidsperiodar i høve til naturlege svingingar i klimatilhøve. I islandske elvar har fangstane av laks variert med ein faktor på opptil ti (Antonsson m.fl. 1996), medan vanleg fangstvariasjon i islandske, russiske og norske elvar i perioden 1970 til 1996 ligg på nivået 1:3 til 1:5 (Sægrov m.fl. 1997). Fleire studiar indikerer at sjøtemperaturen i tidleg fase etter smoltutvandring kan ha avgjerande effekt på overlevingar til ein smoltårgang (Friedland m.fl. 1993, Hansen 1996).

Allereide Helland-Hansen og Nansen rapporterte i 1909 at spesielle temperaturtilhøve som vart registrert vest for Sognefjorden vart repeterte eitt år seinare ved Lofoten og to år seinare i Barentshavet (referert i Antonsson m.fl. 1996). Tilsvarende forskuving av temperaturtilhøve er i seinare tid vist ved at temperaturtilhøve i Barentshavet blir repeterte to år seinare nord for Island. Dette har samanhang med kor raskt store vassmassar forflytter seg. Samanlikning av laksefangstar i russiske og islandske elvar viser den same forskuvinga på to år og det same er tilfelle for rekruttering av torsk og lodde i dei respektive havområda (Antonsson m.fl. 1996). Også norske laksebestandane følgjer dette mønsteret. Variasjonsmønsteret til laksefangstane i Altaelva er t.d. forskuva eitt til to år i tid samanlikna med laksebestandane i Sør-Norge (Sægrov m.fl. 1997). Det at fangstutviklinga i elvar i ulike regionar varierer i takt med sjøtemperaturen i nærliggjande område er ein sterk indikasjon på at overlevinga til ein smoltårgang i stor grad blir bestemt av temperaturtilhøva i sjøen i ein tidleg fase etter smoltutvandring.

Det generelle mønsteret i fangstutvikling i perioden 1970 til 1990 er grovt sett felles for dei fleste regionar. Det var høge fangstar i elvane på 1970-talet, låge fangstar tidleg på 1980-talet og ein auke i fangstane fram mot 1990. Etter 1990 har fangstane halde seg høge i elvar i Nord-Norge og i elvar på Austlandet, medan fangsten i mange lakseelvar på Vestlandet har avteke til dels dramatisk dei siste åra. Det synest å være ein regionvis samanhang mellom nedgang i fangsten av laks i desse elvane og auken i produksjonen i oppdrettslaks. Det er sannsynleg at auken i produksjonen av lakselus har påverka laksebestandane negativt (Sægrov m.fl. 1997). Fangstmønsteret i Nausta følgjer grovt sett det generelle mønsteret, men nedgangen i fangst på 1990-talet er mindre dramatisk enn i mange av storlakselvene på Vestlandet.



Studiar av laksebestandar i elvar på Newfoundland har gjeve indikasjonar på at det er fire gonger større variasjon mellom år i overlevinga i sjøfasen samanlikna med produksjonen på ungfiskstadiet i elvane (Chadwick 1988). Studiar i islandske elvar indikerer det same (referert i Gudjonsson m.fl. 1995). Det er berre eit fåtal langtidsstudiar av smoltproduksjonen i norske elvar, men ein serie frå Orkla viser relativt liten variasjon (mindre enn 1:2) i ein 15 års periode (Hvidsten og Johnsen 1996).

Ovanstående samanstilling illustrerer kor stor variasjon i overleving og produksjon det kan være i laksebestandar over ein kort tidsperiode i høve til naturleg variasjon i klimatilhøve. Dette gjer også at utslaga av andre, ekstraordinære faktorar, må være store for at dei skal kunne registrerast på bestandsnivå. I ein situasjon når bestanden er fåtallig av naturlege årsaker og overlevinga samtidig blir påverka negativt av fleire ekstraordinære faktorar, som lakselus og dårleg vasskvalitet, blir det mest uråd å skilje effektane av dei ekstarordinære faktorane frå kvarandre. Når naturleg varierende faktorar tilseier høg overleving på smolten og store bestandar, kan utslag av ekstraordinære faktorar være meir synlege og lettare og skilje frå kvarandre. Når ein vurderer utviklinga i laksefangstar bør ein samanlikne fangstutviklinga i ulike regionar der påverknaden av ekstarordinære faktorar er ulik og korrigerer for temperaturavhengig tidsforskuvning i overleving.

Den dårlegaste vasskvaliteten i Nausta vart målt i 1989 og 1990, og episodisk låg pH og mykje labil aluminium vart også målt i 1992, 1993 og 1995 (Hindar m.fl. 1997). Konsentrasjonen av sulfat i nedbøren har avteke dei siste 15 åra og dette har resultert i ein generell auke i pH og reduksjon i konsentrasjonane av labil (giftig) aluminium i vassdraga på Vestlandet, inkludert Nausta (SFT 1996). Vasskvaliteten frå 1989 og fram til 1995 var prega av mykje vintemedbør og sjøsaltepisodar i samband med kraftige stormar. Desse faktorane resulterte i periodevis låg pH og mykje labil aluminium. Dei spesielle vertilhøva gjorde at den generelt positive utviklinga i forsuringsituasjonen i denne perioden vart tilslørt.

Botndyrfaunaen i Nausta responderte på vasskvaliteten og forsuringsindeksen var låg om våren i 1989 og 1990, og var då på nivå med dei låge indeksane i 1983 og 1984. Etter 1990 har haustindeksane vore høge, og det same har vårindeksane vore frå og med 1994 (SFT 1996). Den generelle betringa av vasskvaliteten gjennom heile året i det siste gjer også at det er lange periodar då fisken kan restituere eventuelle gjelleskader. Vidare er det færre og kortare periodar med dårleg vasskvalitet der slike skader kan oppstå.

Fangststatistikken og resultata frå ungfiskundersøkingane kan ikkje påvise at laksebestanden har vore, eller er negativt påverka av vasskvaliteten. Den generelle betringa i vasskvaliteten tilseier også at faren for skadelege episodar vil avta.





## LITTERATUR

- ANTONSSON, TH., G. GUDBERGSSON & S. GUDJONSSON. 1996. Environmental continuity in fluctuation of fish stocks in the North Atlantic Ocean, with particular reference to Atlantic salmon. *North American Journal of Fisheries Management* 16:540-547.
- 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.
- CHADWICK, E.M.P. 1988. Relationship between Atlantic salmon smolts and adults in Canadian rivers, s. 301-324. I D. Mills og D. Piggins (red.) *Atlantic salmon. Plans for the future*. Timber Press, Portland, Oregon.
- FRIEDLAND, K.D., D.G. REDDIN, D.G. & J. KOCIK 1993. Marine survival of North American and European Atlantic salmon : effects of growth and environment. - *ICES Journal of Marine Science* 50: 481-492.
- GUDJONSSON, S., S.M. EINARSSON, TH. ANTONSSON & G. GUDBERGSSON. 1995. Relation of grilse to salmon ratio to environmental changes in several wild stocks of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Iceland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 52:1385-1398.
- HANSEN, L.P. 1996. 2 Figgjo, side 11-12 i Jensen, A. J., red. Overvåking av anadrome laksefisk i utvalgte referansevassdrag. Årsrapport 1995. NINA Oppdragsmelding 422: 1-51.
- HINDAR, A., F. KROGLUND & A. SKIPLE 1997. Forsuringssituasjonen i lakseførende vassdrag på Vestlandet; vurdering av behovet for tiltak. NIVA-rapport O-94177, 96 sider.
- HVIDSTEN, N.A. & B.O. JOHNSEN 1995. 4 Orkla, side 20-24 i A. J. Jensen (red.) Overvåking av anadrome laksefisk i utvalgte referansevassdrag. Årsrapport 1995. - NINA Oppdragsmelding 422: 1-51.
- JENSEN, A. J. (red). 1996. Overvåking av anadrome laksefisk i utvalgte referansevassdrag. Årsrapport 1995. NINA Oppdragsmelding 422: 1-51.
- KJELSBERG, B.M. 1997. Beskrivelse av restitueringssevne hos brunørret (*Salmo trutta*) eksponert for ustabil Al-kjemi. Cand.scient. oppgave i zoologi, Biologisk Institutt, Universitetet i Oslo, 56 sider.
- LIEN, L., A.FJELLHEIM, A.HENRIKSEN, T.HESTHAGEN, E.JORANGER, B.MEIDELL LARSEN, G.G.RADDUM & I.SEVALRUD 1988. Overvåking av langtransportert forurenset 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.
- POPPE, T. 1990. Fiskehelse, sykdommer, behandling, forebygging. Sidene 294-302 i: Fiskehelse: red. T. Poppe. John Grieg Forlag as. ISBN 82-533-0254-1
- STATENS FORURENSINGSTILSYN (SFT) 1996. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport- Effekter 1995. Oslo. Rapport 671/96, Statlig program for forurensningsovervåking. TA - 1370/1996
- SÆGROV, H., G. H. JOHNSEN & R. LANGÅKER. 1996. Fisk og vasskvalitet i Nausta, Naustdal kommune i 1993 og 1995. Rådgivende Biologer, rapport 231, 33 s. ISBN 82-7658-077-7 s.



- SÆGROV, H., B.A. HELLEN, G.H. JOHNSEN & S. KÅLÅS 1997. Utvikling i laksebestandane på Vestlandet. Rapport nr. 34, Lakseforsterkningsprosjektet i Suldal, Fase II. ISBN 82-554-0537-2, 28 sider.
- SÆGROV, H., B.A. HELLEN, S. KÅLÅS & K. URDAL 1998. Tettleik og biomasse av ungfisk i høve til vassføring og temperatur i vestnorske lakseelvar (manuskript). Rådgivende Biologer as.
- VASSHAUG, Ø. 1977. Sogn og Fjordane Kraftverk. Fiskeribiologiske granskingar i Naustdal - Gjengedals vassdraga, Sogn og Fjordane Fylke. Laksefisket. Fiskerikonsulentent 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.