

Endringer i fiskestatus hos aure i 1000-sjøers lokaliteter i perioden 1986-95.

Av Trygve Hesthagen¹, Brit Lisa Skjelkvåle², Arne Henriksen² og Gunnel Østborg¹

¹Forskere ved Norsk institutt for naturforskning

²Forskere ved Norsk institutt for vannforskning.

Innlegg på Svensk-Norsk Kalkingsseminar i Stavanger 2001

Sammendrag

Det har vært ingen eller bare små bedringer i bestandsforholdene hos aure i løpet av forsøksperioden, som omfatter 358 bestander. Totalt har 160 bestander gått tapt, og av disse gikk fem bestander tapt på 1980- og 1990-tallet. Videre er 49 aurebestander skadet og klassifisert som tynne, og noen av disse skadene skjedde på 1980-tallet (n=7, 15%) og 1990-tallet (n=8, 17%). (Ukjent tidspunkt for to bestander). Ingen av bestandene som var skadet i 1986 har økt så mye fram til 1995-96 at de ble vurdert som restituerte. Det har imidlertid vært en viss økning i tettheten blant noen bestander (n=7). Det har vært en klar bedring av vannkvaliteten i forsøkslokalitetene. Eksempelvis har den syrenøytraliserende kapasiteten (ANC) økt med rundt 25 (ekv/L i innsjøer med aurebestander som ble skadet på 1980-tallet, mens labilt aluminium (Al_i) er redusert med 35 µg/L. Innsjøer med uen-

drede, reduserte og tapte aurebestander hadde betydelig forskjeller i gjennomsnittlige verdier for både ANC (+31, +7 og -13 (ekv/L), pH (5,99, 5,46 og 4,98) og Al_i (15, 43 og 76 µg/L). Til tross for en markert bedre vannkvalitet i perioden 1986-95, har altså statusen for aure i liten grad endret seg. Vannkvaliteten er enda marginal i mange innsjøer, og det er også en viss forsinkelse i tid mellom dose og respons.

Summary

There has been no significant improvement in stock conditions of brown trout in acidified lakes in southern Norway during the period 1986-95. In fact, a total of 49 trout populations have been classified as sparse as a result of a fall in numbers; seven (15 %) fell during the late eighties and eight (17 %) during the early nineties. Among these damaged populations, there has been a slight increase in seven populations during this period, but their populations are still classified as sparse and thus reduced. There has been a distinct

improvement in the water quality of lakes with damaged and lost fish populations, not least in lakes whose populations of brown trout had fallen, in which mean ANC and Al_i concentrations were 25 $\mu\text{eq/L}$ higher and 35 $\mu\text{g/L}$ lower in 1995 than in 1986. Thus, there is a delay in dose/response among fish in acidified regions.

Innledning

I 1986 ble det foretatt en landsomfattende undersøkelse av fiskestatus og vannkjemi i norske innsjøer (1000-sjøers undersøkelsen), med hovedvekt på forsuringfølsomme innsjøer i Sør-Norge (Henriksen et al. 1988, 1989, Bulger et al. 1993). I 1995 ble det igjen samlet inn vannprøver fra disse lokalitetene, bortsett fra de som i mellomtiden hadde blitt kalket (Henriksen et al. 1997, Skjelkvåle et al. 1997). I tillegg ble det samlet inn vannprøver fra ytterligere 1.006 sjøer. De lokalitetene ble valgt ut fra statistiske kriterier, basert på NVEs landsomfattende database over innsjøer større enn fire hektar. Det omfattet 38.845 lokaliteter. Dette hadde vært en klar bedring av vannkvaliteten i perioden 1986-95 (Skjelkvåle et al. 1998). Eksempelvis har konsentrasjonen av sulfat i sør-norske innsjøer avtatt med hele 40 %. I innsjøer på Sørlandet har det også vært en klar pH-økning. Konsentrasjonen av giftig labilt aluminium har også avtatt betydelig med gjennomsnittlige verdier i 1986 og 1995 på henholdsvis 113 og 64 $\mu\text{g/L}$.

Det er nylig publisert en rapport som omhandler fiskestatus i de statistisk utvalgte innsjøene større enn

fire hektar i Finland, Norge og Sverige (Rask et al. 2000). Denne undersøkelsen viste blant annet at det er 26.766 aurebestander i norske innsjøer større enn 4,0 hektar, hvorav rundt 5.100 var tapt og 5.800 skadet på grunn av forsuring. Dette er noen færre bestander enn det som ble dokumentert i en annen undersøkelse, som omfatter innsjøer ned til rundt 1,5 hektar, og som er beregnet til rundt henholdsvis 8.200 og 3.900 i bestanden (Hesthagen et al. 1999). Ved siden av effekter av forsuring og eutrofiering på fisk, omhandler den stratifiserte undersøkelsen også forekomsten av ulike fiskearter, artssammensetning, utbredelse og introduksjoner.

Denne artikkelen omhandler bare aure, som er den dominerende fiskearter i norske innsjøer. Først ser vi på eventuelle endringer i fiskestatus i perioden 1986 til 1995, deretter relaterer vi mulige bestandsendringer til ulike vannkjemiske variabler. Det er tidligere publisert en mer omfattende rapport fra disse undersøkelsene (Hesthagen et al. 2000).

Metoder

Etter å ha ekskludert de kalka innsjøene gjensto 485 lokaliteter. Det ble utarbeidet et standard spørreskjema for registrering av fiskestatus i hver enkelt innsjø (jf. Hesthagen et al. 1993). Skjemaene ble sendt til den aktuelle kommunen, som ble bedt om enten å innhente opplysninger eller å videresende skjemaene til en eller flere personer med god kjennskap til de lokale fiskebestandene. Opplysningene ble

samlet inn i løpet av 1995 og 1996. På hvert skjema ble det før utsendelse påført innsjøens navn, kartblad, UTM-referanse og høyde over havet. Det ble først spurt om forekomsten av fisk i vatnet, og hvis Nei, om vatnet alltid har vært fiske-tomt. Vi benyttet fem statuskategorier: (i) tapt bestand, (ii) tynn bestand (dvs skadet), (iii) middels tett bestand, (iv) naturlig tynn bestand og (v) tett bestand. Videre ble det spurt om bestandsendringer: (i) ingen endringer, (ii) økning, (iii) reduksjon og (iv) tap. Det ble også spurt om når endringen skjedde, med hovedvekt om det var på slutten av 1980-tallet (1986-89), eller på 1990-tallet (1990-95/96).

Vannprøver fra utløpet av hver innsjø ble samlet inn av NIVA høsten 1995. Innsamlingsmetodikk, analysemetoder og resultater er tidligere beskrevet og presentert (Henriksen et al. 1996,1997, Skjelkvåle et al. 1997, 1998). Disse parametrene inngikk i analysene: pH, alkalitet, ledningsevne, TOC, sulfat, klorid, nitrat, magnesium, kalsium,

kalium, samt ulike aluminiumsfraksjoner. I tillegg ble vannets syre nøytraliserende kapasitet (ANC) beregnet som summen av alle hovedkationer $Ca+Mg+Na+K$ minus summen av alle hovedanioner SO_4+NO_3+Cl .

Resultater og diskusjon

Det foreligger opplysninger om 358 aurebestander (tabell 1). Det er en dominans av tapte bestander (n=160, 45%). De fleste gikk tapt før undersøkelsen i 1986, idet bare fem bestander forsvant på slutten av 1980-tallet og begynnelsen av 1990-tallet. For noen aurebestander kjenner vi ikke til tapstidspunktet (n = 33), men det var sannsynligvis før 1980. Av 49 aurebestander som ble klassifisert som tynne på grunn av redusert tetthet, skjedde endringen for 32 bestander før 1980; mens syv bestander (14 %) avtok på 1980-tallet og åtte bestander (16 %) på 1990-tallet. Noen av de skadede aurebestandene har økt i tetthet mellom 1986 og 1996 (n=7), men de ble fortsatt klassifisert som skadet (tynne).

Status	Antall	Ingen endring	Tapt 86-89	Tapt 90-96	Redusert 86-89	Redusert 90-96	Økt 86-89	Økt 90-96	Ukjent Tidspkt
Tapt	160	122	4	1					33
Skadet (tynn)	49	32			7	8			2
Middels tett	75	40			5	8	6	9	7
Naturlig tynn	30	25				1		4	
Tett	44	22							22

Tabell 1. Status og bestandsendring hos aure i 1000-sjø lokaliteter fra 1986 til 1995-96.

Det er også rapportert om endringer blant tette, middels tette og naturlig tynne aurebestander. Blant bestander som i dag vurderes som middels tette (n=75), har det både vært reduksjoner (n = 13) og økninger (n=15). Dette trenger ikke å være relatert til forsuring.

Vannkvaliteten i de undersøkte innsjøene var relatert til lokalitetens fiskestatus (tabell 2). For innsjøer med tapte, skadede og uendrede bestander var gjennomsnittlige verdier for disse tre vannkjemiske variablene: ANC = -13, +7 og +31 $\mu\text{ekv/L}$, (ii) pH = 4,98, 5,46 og 5,99 og (iii) Al_i = 76, 43 og 15 $\mu\text{g/L}$. Økningene for disse parametrene har vært: ANC mellom 13 og 17 $\mu\text{ekv/L}$, pH mellom 0,12 og 0,17 og Al_i mellom 5 og 43 $\mu\text{g/L}$.

Variabel	Enhet	Status		
		Uendret	Redusert	Tapt
Antall		176	47	160
ANC	$\mu\text{ekv/L}$	31	7	-13
ΔANC		+14	+13	+17
Alk	$\mu\text{ekv/L}$	24	9	1
ΔAlk		+10	+6	<+1
pH		5,99	5,46	4,98
ΔpH		+0,12	+0,17	+0,12
Ca	mg/L	0,92	0,69	0,50
ΔCa		-0,03	-0,02	-0,05
Al _i	$\mu\text{g/L}$	15	43	76
ΔAl_i		-5	-15	-43
Sulfat	mg/L	2,20	2,15	2,29
ΔSulfat		-0,53	-0,71	-0,91
TOC	mg/L	2,68	2,29	2,89
ΔTOC		+0,25	+0,39	+0,37

Tabell 2. Gjennomsnittlige verdier for ulike vannkjemiske variabler i innsjøer med uendrede, reduserte og tapte aurebestander basert på prøver fra 1995, samt endringer (Δ) i vannkvaliteten fra 1986 til 1995. Negative verdier angir en forverring av vannkvaliteten bortsett fra for labilt aluminium (Al_i) og sulfat hvor det viser en bedring.

Til tross for en betydelig bedre vannkvalitet i de undersøkte innsjøene fra 1986 til 1995, har det altså ikke vært noen tilsvarende bedring av bestandsforholdene hos fisk i samme periode. Dette må blant annet vurderes ut fra at en stor del av forsøkslokalitetene ligger i våre mest forsøringsbelastede områder. Utvelgelsen i 1986 vektla nemlig forsøringsfølsomme lokaliteter i Sør-Norge, og totalt ligger 34 % av innsjøene som ble undersøkt på nytt i 1995 i Aust- og Vest-Agder. Til tross for en bedret vannkvalitet, er den mange steder fortsatt for dårlig til at fisk kan overleve og reprodusere. Eksempelvis var gjennomsnittlig pH og konsentrasjonen av labilt aluminium i innsjøer med skadede aurebestander henholdsvis 5,46 og 43 $\mu\text{g/L}$. Det er også en forsinkelse i tid mellom når vannkvaliteten blir bedre, og når de biologiske systemene kan vurderes som restituerte. Dette er blant annet avhengig av forsøringsgrad og framtidig forsøringsbelastning. Man må også være klar over at spørreundersøkelser kan være en noe usikker metode for å angi status og bestandsendringer hos fisk. Det er imidlertid funnet en god statistisk sammenheng mellom fangstutbyttet ved prøvofiske og bestandsstatus hos aure, oppgitt av lokale informanter (Hesthagen et al. 1993). Metoden har likevel begrensninger i mulighetene til å spore endringer av relativt ny dato fordi informantenes inntrykk først og fremst baserer seg på forekomsten av fisk i høstbar størrelse. I vår undersøkelse ble opplysningene om fiskestatus samlet inn i 1995-96. Det

er derfor bestandsforholdene tidlig på 1990-tallet som ble lagt til grunn ved informantenes evaluering. Det kan derfor ha vært økt rekruttering i løpet av de siste årene, uten at det ble registrert ved vår undersøkelse.

Litteratur

- Bulger, A.J., Lien, L., Cosby, B.J., & Henriksen, A. 1993. Brown trout (*Salmo trutta*) status and chemistry from Norwegian Thousand lake Survey: statistical analysis. - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 575-585.
- Henriksen A., Lien, L., Traaen, T.S. & Sevaldrud, I.S. & Brakke, D.F. 1988 Lake acidification in Norway: present and predicted chemical status. - *Ambio* 17: 259-266.
- Henriksen A., Lien, L., Rosseland, B.O., Traaen, T.S. & Sevaldrud, I.S. 1989. Lake acidification in Norway: present and predicted fish status. - *Ambio* 18: 314-321.
- Henriksen A., Skjelkvåle, B.L., Mannio J., Wilander, A., Jensen, J.P., Moiseenko, T., Harriman, R., Traaen, T., Fjeld, E., Vuorenmaa, J., Kortelainen, P. & Forsius, M. 1997. Nordic Lake Survey 1995 in Finland - Norway - Sweden - Denmark - Russian Kola - Russian Karelia - Scotland - Wales 1995. Results. - *Acid Rain Research Report* 46, SNO 3645-97. 43 s. (NIVA, Oslo).
- Hesthagen, T., Rosseland, B.O., Berger, H.M. & Larsen, B.M. 1993. Fish community status in Norwegian lakes in relation to acidification: a comparison between interviews and actual catches by testfishing. - *Nordic J. Freshw. Res.* 68: 34-41.
- Hesthagen, T., Sevaldrud, I.H. & Berger, H.M. 1999. Assessment of damage to fish populations in Norwegian lakes due to acidification. - *Ambio* 28: 12-17.
- Rask, M., Appelberg, M., Hesthagen, T., Tammi, J., Beier, U. & Lappalainen, A. 2000. Fish status survey of Nordic lakes- species composition, distribution, effects of environmental changes. - *TemaNord, Rep.* 2000:508.
- Skjelkvåle, B.L., Henriksen, A., Faafeng, B., Fjeld, E., Traaen, T.S., Lien, L., Lydersen, E. & Buan, A.K. 1997. Regional lake survey in Norway-autumn 1995. A survey of water chemistry of 1500 lakes. - *Statlig program for forurensningsovervåking, Rapp.* 677/96.
- Skjelkvåle, B.L., Wright, R.F. & Henriksen, A. 1998. Norwegian lakes show widesperad recovery from acidification; results from national surveys of lake-water chemistry 1986-1997. - *Hydrol. and Earth Sci.* 2(4): 555-562.