



RAPPORT LNR 5183-2006

**Prøvefiske i 2005 i  
samband med  
kalkingslutt i fire  
innsjøer i Grimstad  
kommune, Aust-Agder**



*Gangvatnet. Foto: Mette Cecilie Lie*

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Midt-Norge**

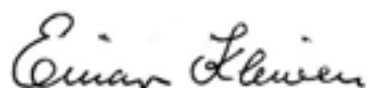
Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 73 54 63 85 / 86  
Telefax (47) 54 63 87

Tittel Prøvefiske i 2005 i samband med kalkingsslutt i fire innsjøar i Grimstad kommune, Aust-Agder	Løpenr. (for bestilling) 5183-2006	Dato 08.03.06
	Prosjektnr. Undernr. O-25251	Sider Pris 34
Forfatter(e) Kleiven, Einar Lie, Mette C. Kroglund, Frode	Fagområde Kalking	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernavdelingen	Oppdragsreferanse Turid Hagelia Korshavn
--	--

<p>Sammendrag</p> <p>Gangvatnet, Hunsdalsvatnet, Tønnesølvatnet og Holvatnet i Rorevassdraget i Grimstad kommune vart prøvefiska hausten 2005 i samband med forsøksvis stopp i innsjøkalkinga. Innsjøane ligg i eit kronisk surt område. Auren forsvann før kalking, men det var att litt i Hunsdalsvatn. Også tryta forsvann (Gangvatnet hadde ikkje tryte) før kalking kom i gang frå 1985. Prøvefiske med Nordiske garn gav ein fangst i antal og vekt pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal på 5,2 aure/0,8 kg i Gangvatnet, 6,1 aure/0,8 kg i Hunsdalsvatnet, 2,2 aure/0,3 kg i Tønnesølvatnet og 2,1 aure/1,0 kg i Holvatnet.</p> <p>Gangvatnet: Lengder 15 - 32 cm (pluss 9 cm og 37 cm), aldersgrupper 0+ - 3+ og 9+, god vekst på ungfisken og snittkondisjon på 1,08.</p> <p>Hunsdalsvatnet: Lengder 13 - 32 cm (pluss 7 cm), aldersgrupper 0+ - 6+ , der 2+ var svak, god vekst på ungfisken og snittkondisjon på 0,98. Avtak i kondisjonen med auka fiskelengder.</p> <p>Tønnesølvatnet: Lengder 15 - 34 cm, aldersgrupper 1+ - 3+ pluss 6+ og 9+, der 3+ var svak, god vekst på ungfisken og snittkondisjon på 1,01.</p> <p>Holvatnet: Lengder 31 - 42 cm (pluss 7 cm), aldersgrupper 0+ og 2+ - 5+ pluss 10+, usedvanleg god vekst på ungfisken (2+ aure var 32,0 cm) og snittkondisjon på 1,08.</p> <p>Det var ikkje samsvar mellom svake aldersgrupper mellom innsjøane. Aluminiums- og jernverdiane på fiskegjellene var gjennomgåande låge (4-37 µgAl/gram og 64-232 µgFe/gram turrvekt prøvemateriale). Rekrutteringa til innsjøane skjer mest på utløpselv. Hunsdalsvatnet og Gangvatnet har truleg også rekruttering i sund i innsjøane. Rekruttering på utløp er ein fordel da vatnet har hatt eit innsjøoppald og fått utjamnande vasskjemi.</p>
---

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aust-Agder</li> <li>2. Prøvefiske</li> <li>3. Aure</li> <li>4. Kalkingsslutt</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aust-Agder</li> <li>2. Test-fishing</li> <li>3. Brown trout</li> <li>4. Termination of liming</li> </ol>
--	---



Einar Kleiven  
Prosjektleder



Trond Rosten  
Forskningsleder



Øyvind Sørensen  
Ansvarlig

**Prøvefiske i 2005 i samband med kalkingslutt i fire  
innsjøar i Grimstad kommune, Aust-Agder**

## Forord

Etter oppdrag frå Fylkesmannen i Aust-Agder vart det hausten 2005 prøvefiska i fire innsjøar i Rorevassdraget i Grimstad kommune i samband med forsøksvis kalkingsstopp i fleire innsjøar i Aust-Agder. Dei utvalde innsjøane for prøvefiske i 2005 var Gangvatnet, Hunsdalsvatnet, Tønnesølvatnet og Holvatnet, der siste kalkinga var i 2004.

Vi vil få takke Fylkesmannen i Aust-Agder ved miljøvernabdelingen for å ha finansiert prosjektet. Takk til Jarle Håvardstun for å ha utarbeidd karta i rapporten og til Anicke Jerpetjøn ved UMB for analyser av aluminium og jern på fiskegjellene. Dessutan vil vi få takke informantane for opplysningane om vassdraget, fisken, kalking og fiskekultiveringa i innsjøane.

Grimstad, 8. mars 2006

*Einar Kleiven*

---

# Innhald

<b>Samandrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innleiing</b>	<b>8</b>
<b>2. Omtale av vassdraget og innsjøane</b>	<b>9</b>
2.1 Rorevassdraget	10
2.2 Omtale av innsjøane	10
2.3 Fiskeartar	14
2.4 Forsuring og påverknad på fisken	15
2.5 Kalking	16
2.6 Fiskekultivering i samband med kalkinga	18
<b>3. Metodikk</b>	<b>19</b>
3.1 Fangstmetodikk	19
3.2 Registrering og analyser	19
<b>4. Resultat</b>	<b>20</b>
4.1 Gangvatnet	20
4.1.1 Fangst	20
4.1.2 Aure	20
4.2 Hunsdalsvatnet	21
4.2.1 Fangst	21
4.2.2 Aure	22
4.3 Tønnesølvatnet	23
4.3.1 Fangst	23
4.3.2 Aure	23
4.4 Holvatnet	25
4.4.1 Fangst	25
4.4.2 Aure	25
4.5 Samanlikningar mellom innsjøane	26
<b>5. Diskusjon</b>	<b>30</b>
5.1 Forsuring og påverknad	30
5.2 Kalking	30
5.3 Vasskjemi i forhold til gyteplassar	30
5.4 Fangst pr. innsats	30
5.5 Gangvatnet	31
5.6 Hunsdalsvatnet	31
5.7 Tønnesølvatnet	31
5.8 Holvatnet	31
5.9 Aluminium på fiskegjellene	32
5.10 Avslutning	32
<b>6. Litteratur</b>	<b>33</b>

## Samandrag

Gangvatnet, Hunsdalsvatnet, Tønnesølvatnet og Holvatnet i Rorevassdraget i Grimstad kommune vart prøvofiska hausten 2005 i samband med forsøksvis stopp i innsjøkalkinga etter siste kalkinga i 2004. Innsjøane ligg i eit kronisk surt område. Auren forsvann før kalking i tre av innsjøane, men det var att litt aure i Hunsdalsvatnet. Også tryta forsvann (Gangvatnet hadde ikkje tryte) før kalking kom i gang frå 1985. Prøvefiske med Nordiske garn gav ein fangst i antal og vekt pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal på 5,2 aure/0,8 kg i Gangvatnet, 6,1 aure/0,8 kg i Hunsdalsvatnet, 2,2 aure/0,3 kg i Tønnesølvatnet og 2,1 aure/1,0 kg i Holvatnet.

Fangsten i Gangvatnet: Lengder på 15-32 cm (+ ein fisk 7 cm og ein på 37 cm), fisk i aldersgruppene 0+ - 3+ og 9+, veksten var svært god på ungfisken og auren hadde ein snittkondisjon på 1,08. Aluminiumsverdiane på gjellene var låge (5-15 µgAl/gram turrvekt prøvemateriale), og det var også relativt låge verdiar for jern (64-164 µgFe/gram turrvekt prøvemateriale).

Fangsten i Hunsdalsvatnet: Lengder på 13-32 cm (pluss ein fisk på 7 cm), fisk i aldersgruppene 0+-6+, der aldersgruppe 2+ var svak, veksten var god på ungfisken og auren hadde ein snittkondisjon på 0,98. Det var avtak i kondisjonen med auka fiskelengder. Aluminiumsverdiane på gjellene var låge (5-17 µgAl/gram turrvekt prøvemateriale), og det var også låge verdiar for jern (71-147 µgFe/gram turrvekt prøvemateriale).

Fangsten i Tønnesølvatnet: Lengder på 15-34 cm, fisk i aldersgruppene 1+ - 3+ og 6+ pluss 9+, der aldersgruppe 3+ var svak, veksten var god på ungfisken og auren hadde ein snittkondisjon på 1,01. Med unntak for ein fisk var aluminiumsverdiane på gjellene låge (31 og 4-10 µgAl/gram turrvekt prøvemateriale), og det var også låge verdiar for jern (877-162 µgFe/gram turrvekt prøvemateriale).

Fangsten i Holvatnet: Lengder på 31-42 cm pluss ein på 7 cm, fisk i aldersgruppene 0+ og 2+ - 5+ pluss 10+, veksten var usedvanleg god på ungfisken og auren hadde ein snittkondisjon på 1,08. Med unntak for ein fisk var aluminiumsverdiane på gjellene låge (37 og 6-17 µgAl/gram turrvekt prøvemateriale), og med to unntak var det også relativt låge verdiar for jern (194/232 og 115-164 µgFe/gram turrvekt prøvemateriale).

Det var ikkje samsvar mellom svake aldersgrupper mellom innsjøane. I Holvatnet var det usedvanleg god vekst der aure i aldersgruppe 2+ var 32,0 cm lang, og 2+ fisk hadde 7,4, 7,5 og 11,2 cm betre vekst enn i Gangvatnet, Tønnesølvatnet og Hunsdalsvatnet. Hunsdalsvatnet er overbefolka.

Rekrutteringa til innsjøane skjer mest på utløpselv. Hunsdalsvatnet har også rekruttering i sundet ut til Hunsdalstjenna og i Gangvatnet truleg også i eit sund. Rekruttering på utløp er ein fordel da vatnet har hatt eit innsjøopphald og fått utjamnande kjemi.

## Summary

Title: Test-fishing in 2005 in connection with termination of liming in four lakes in Grimstad municipality, Aust-Agder

Year: 2006

Author: Kleiven, Einar, Lie, Mette C. and Kroglund, Frode

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4900-1

The Lakes Gangvatnet, Hunsdalsvatnet, Tønnesølvatnet and Holvatnet lost their fish populations (mainly trout and perch) prior to 1980 because of acidification (**Tabell 2**). All lakes were limed around 1985 to restore a water quality satisfactory for fish. Liming has been repeated at regular intervals up to present (**Figur 6**). The lakes were stocked with brown trout after liming.

Over the same time period, water quality has also improved because of reduced acid rain. This is here demonstrated by the reduced need for lime to maintain a satisfactory pH-level (**Figur 6**). The question is:

*has the water quality improved to levels where a self sustaining fish population can be upheld without chemical treatment*

To address this topic, liming will be stopped in various lakes throughout the county to validate the current need for lime. If termination of liming has no influence on fish population dynamics, then liming is no longer necessary. If the population status becomes impoverished, then liming is still needed.

The lakes were test-fished using the Nordic net series in the autumn of 2005. Here, catch results are reported as density and biomass per 100 m<sup>2</sup> net area.

Gangvatn: 5.2 brown trout/0.8 kg

Hunsdalsvatnet: 6.1 brown trout/0.8 kg

Tønnesølvatnet: 2.2 brown trout/0.3 kg

Holvatnet: 2.1 brown trout/1.0 kg

Based on density, growth and age structure, liming has recreated sustainable fish populations in the lakes. Weak age groups may indicate that the water quality still restricts fish recovery. Poor water quality can be due to insufficient liming (liming strategy and dose), possible acidification of spawning grounds (upstream spawners and fertilization to egg to fry/parr stage) are not protected by downstream liming.

The liming activity was not targeted to restore perch, hence no perch were reintroduced.

The catch in lake Gangvatnet: Lengths mainly of 15-32 cm, fish in the age groups 0+ - 3+ and 9+, the growth was very good on the younger fish and the fish had an average condition factor of 1.08. The gill Al and gill Fe concentration were low (5-15 µgAl/gram dry weigh/64-164 µgFe/gram dry weight).

The catch in lake Hunsdalsvatnet: Lengths mainly of 13-32 cm, fish in the age groups 0+ - 6+, where age group 2+ was weak, the growth was good on the younger fish and the fish had an average condition factor of 0.98. Condition factor decreased with fish lengths. The aluminium values on the gills were low (5-17 µgAl/gram dry weight), and it was also relatively low values of iron (71-147 µgFe/gram dry weight).

The catch in lake Tønnesølvatnet: Lengths of 15-34 cm, fish in age groups 1+ - 3+ plus 6+ and 9+, where age group 3+ was poorly represented, the growth was good on the younger fish and the fish had an average condition factor of 1.01. With one exception, the aluminium (Al) values on the gills were low (31 and 4-10 µg/gram dry weight), and it was also low values of iron (Fe) (877-162 µg/gram dry weight).

The catch in lake Holvatnet: Lengths mainly of 31-42 cm, fish in age groups 0+ and 2+ - 5+ plus 10+, the growth was unusual good on the younger fish, and the fish had an average condition factor of 1.08. With one exception, the aluminium (Al) values on the gills were low (37 and 6-17

µg/gram dry weight), and with two exception the iron (Fe) values were relatively low (194/232 and 115-164 µg/gram dry weight).

There was no accordance between missing and weak age groups between the lakes. The growth was exceptionally good in lake Holvatnet, where fish in age group 2+ was 32.0 cm long, and 2+ fish had 7.4, 7.5 and 11.2 cm better growth than in the lakes Gangvatnet, Tønnesølvatnet og Hunsdalsvatnet respectively. Lake Hunsdalsvatnet is overpopulated.

The recruitment to the lakes take mainly place in the outlet river, but lake Hunsdalsvatnet have also recruitment in the straight into Hunsdalstjenna and in lake Gangvatnet some recruitment take also place in a straight. Recruitments in the outlets are an advantage because the water then has a stay in the lake, and have got equalization in the water chemistry.



# 1. Innleiing

## Bakgrunn

Vassdragskalking har vore ein stor aktivitet i ulike forsura vassdrag på Sørlandet frå tidleg på 1980-talet (bl.a. Hindar m.fl. 1987; Skov m.fl. 1990). I mange lokalitetar er fiskebestandane grundig undersøkte, og positive effektar av kalkinga er registrert og godt dokumentert både i ei opptrappingsfase og i ei seinare gjennomføringsfase (bl.a. Kleiven m.fl. 1989; Forseth m.fl. 1997; Kleiven og Håvardstun 1997; Barlaup og Kleiven 2004a, b).

Minskande innhald av svovel i nedbøren dei siste 10-15 år (bl.a. SFT 2002) har resultert i ein markant positiv endring i vasskjemien i forsura vassdrag (Skjelkvåle m.fl. 2001). Det har medført at kalkforbruket har gått ned i takt med endringane i vasskjemien. Det er også aktuelt å avslutte kalkinga i enkelte utvalde lokalitetar. I den samanhengen er det utvikla metodar for å kunne nytte data på vasskjemien i ukalka innsjøar, slik at "ukalka" kalsium og ANC kan reknast ut for kalka innsjøar (Hindar og Larssen 2005). "Ukalka" ANC kan brukast for å finne fram til sannsynlegheiten for at avslutta kalking ikkje medfører fare for skade på fisken. I Aust-Agder er også eit arbeid i gang med å estimere "naturleg" vasskvalitet i kalka innsjøar (Kroglund 2006).

Opplegget i dette prosjektet var å prøvefiske eit visst antal innsjøar i Aust-Agder der det er aktuelt å avslutte kalkinga for seinare å sjå om det var forsvarleg å gjera det utifrå livsvilkåra for fiskebestandane. For dersom vasskvaliteten held seg tilfredsstillande er det ikkje å forvente vesentlege endringar i fiskebestandane som kan tilskrivast endringar i det kjemiske miljøet. Dersom det viser seg at det trengst kalking i framtida for å oppretthalde ein "normal" bestandsstatus, vil det vise seg i endringar i bl.a. vekst, aldersmønster, populasjonsdynamikk og med nivået på gjellealuminium på fisken ved seinare prøvefiske.

Aktuelle innsjøar for stopp i kalkinga er der lokale interessentar ønskjer å kutte ut kalkinga eller der det ligg meir fiskefaglege vurderingar til grunn. Det ville vera interessant at ulike innsjøtyper og ulike fiskesamfunn inngår i opplegget. I praksis innber det innsjøar med bestandar av aure og tryte. Eller som i dette tilfellet at tryta har forsvunne og at ho ikkje er reetablert etter kalking. Primært burde innsjøane ha hatt minst eitt prøvefiske tidlegare, men det er ikkje noko krav. Oversikt over data på dei aktuelle innsjøane framgår av **Tabell 1** og med opplysningar om fiskesamfunn og start på kalkinga i **Tabell 2**.

## 2. Omtale av vassdraget og innsjøane



**Figur 1.** Oversikt over dei tre hovuddelfelta i Rorevassdraget som er markert med raude strekar. Dei fire prøvefiska innsjøane er markerte med blått. Grønne sirkelar viser plasseringa av kalkdoserarane i vassdraget.

## 2.1 Rorevassdraget

Dei fire innsjøane Gangvatnet, Hunsdalsvatnet, Tønnesølvatnet og Holvatnet ligg i øvre og midtre delen av Rorevassdraget i Grimstad kommune i Aust-Agder (**Figur 1**). Rorevassdraget renn ut i Nidelva gjennom Rore. Vassdraget er naturleg oppdelt i fleire mindre delvassdrag (Kroglund 1994a). Tre av dei, Kilandsvassdraget (65,0 km<sup>2</sup>), vassdraget til Tønnesølvatnet/Holvatnet (16,4 km<sup>2</sup>) og Urånavassdraget (42,6 km<sup>2</sup>), utgjer 64,0% av heile nedbørfeltet til Rorevassdraget. Både Tønnesølvatnet og Holvatnet ligg i det vesle, midtre vassdraget, og Gangvatnet og Hunsdalsvatnet i den øvre delen av Urånavassdraget.

Berggrunnen i Rorevassdraget er hovudsakleg kvartsittar og granitt med innslag av gneis og amfibolitt (Skov m.fl. 1990). Lausmasseavsetningane innan nedbørfelta er sparsomme. Dei harde, kalkfattige bergartane og sparsomme avsetningane av lausmasser gjer at storparten av Rorevassdraget er svært utsett for forsurning.

Nedbørfelta i Rorevassdraget er kuperte og for det meste skogkledd med furu som dominerande treslag, men det er også innslag av gran og ulike lauvtreslag. Ved Holvatnet er det ein god del eik, og eit eikeskogreservat er oppretta på nordvestsida av innsjøen (jf. **Figur 5**). Det er lite med myr i nedbørfelta. Ved Tønnesølvatnet er det eit fåtal gardsbruk og eit nedlagt småbruk som er nytta som hytte.

Det har vore omfattande fløytingsaktivitet i Rorevassdraget, noko som fløytingsanlegg med steinskjermar og stemmar viser. Dessutan fortel mange stadnamn om fløytinga. Denne aktiviteten kunne få innverknad på fisken på ulike måtar.

Vatnet frå Gangvatnet vart tidlegare brukt i fløytinga (Odd Sivertsen, pers. medd.). Der vart det sagt at bekken frå Gangvatnet vart forringa for fisken da "flotinga" tok slutt.

På det smalaste eidet mellom Stemvatnet og Holvatnet vart det utgravd ei renne til Holvatnet. Helland (1904: 91) opplyser at dette eidet kallast Myrskoddet (det står *Myråsskoddet* på det økonomiske kartbladet). Han skriv at tømmeret frå området rundt Tønnesølvatnet vart kjørt over Myrskoddet og fløyta vidare over Holvatnet og ned bekken til Syndle. Seinare vart Skiftenesbekken oppreinska og tømmerlasta frå Tønnesølvatnet vart fløyta her. Men det var vanskeleg å fløyte i bekken, som også gjekk over innmarka til garden Skiftenes. I 1880 vart difor Myrskoddet "gjennomgravet og en dermed i forbindelse staaende tømmerrende anlagt." (Jf. omtale i Storerud 2003). I denne ugravde renna gyt auren (Torbjørn Flak, pers. medd.).

## 2.2 Omtale av innsjøane

Data på dei prøvefiska innsjøane (NVE-nr., høgde over havet og areal) er henta frå databasen NVE.no så langt det finst opplysningar om dei der (**Tabell 1**).

**Tabell 1.** Data på dei prøvefiska innsjøane (Data frå NVE.no og Skov m.fl. 1990).

Innsjø	Innsjønummer	Vassdragsnummer	Høgde over havet	Areal innsjø, km <sup>2</sup>	Areal nedbørfelt, km <sup>2</sup>
Gangvatnet	10636	019.AB1B	168	0,41	
Hunsdalsvatnet	10711	019.AB1C	107	0,37	2,5
Tønnesølvatnet	10807	019.AC	89	0,98	11,7
Holvatnet	10885	019.AC	74	0,50	4,7

**Gangvatnet** (**Figur 2**; **Tabell 1**) ligg i den austlege delen av Urånavassdraget (**Figur 1**). Innsjøen har eit hovudbasseng i den midtre delen, og to noko mindre basseng i kvar ende. Hovudbassenget er samanknytt med dei to mindre med eit sund ut i kvar av dei. Gangvatnet har fleire kilar,



**Figur 2.** Kart over Gangvatnet. (Kartgrunnlag NVE). 1 = Nordbekk frå Gangvasstjenna.



**Figur 3.** Kart over Hunsdalsvatnet. (Kartgrunnlag NVE). 1 = Sundet mellom Hunsdalsvatnet og Hunsdalstjenna.

utstikkande nes og fleire øyer som gjer at vatnet er ganske oppdelt og ujamt i formen. Frå nordvest renn det ned ein bekk, Nordbekk, frå Gangvasstjenna. Frå Bjortjenna søraust for Gangvatnet renn det ein liten bekk ned i Gangvatnet. Utløpsbekken frå Gangvatnet renn ned i Hemingstveitvatnet (118 moh./0,32 km<sup>2</sup>). Etter om lag 125 m frå Gangvatnet går utløpsbekken over i eit bratt fall ned mot Hemingstveitvatnet, med grov stein i bekkefare.

**Hunsdalsvatnet (Figur 3; Tabell 1)** ligg i øvre delen av Urånavassdraget, sør for den meir kjente innsjøen Snøløsvatnet (109 moh./1,28 km<sup>2</sup>) (**Figur 1**). Sjølve Hunsdalsvatnet er ganske rundaktig, som gjennom eit sund i søraustenden går over i den pæreforma Hunsdalstjenna. Sundet er i underkant av 10 m breitt og om lag 50 m langt. Utløpsbekken renn ut frå Hunsdalstjenna og ned i Lislevatnet (97,5 moh.) og vidare ut i Smedvatnet (96 moh./0,11 km<sup>2</sup>). Det renn to mindre bekkar inn i Hunsdalsvatnet, ein inn i øvre enden og ein mindre ned lia på vestsida. Bekken inn i Hunsdalsvatnet i øvre enden har ein del eigna gytesubstrat og ser dessutan ut til å ha ei relativ stabil vassføring. Den siste delen av bekken renn stille og roleg ut i Hunsdalsvatnet.

Mellom sjølve Hunsdalsvatnet og Hunsdalstjenna er det så grunt at det berre så vidt går an å ro mellom dei. Det vart ikkje sett garn i Hunsdalstjenna under prøvefisket i 2005.

**Tønnesølvatnet (Figur 4; Tabell 1)** utgjer, saman med Holvatnet, eit eige lite vassdrag mellom Urånavassdraget og Kilandsvassdraget (**Figur 1**). Det er ei ganske eigendommeleg innsjø med mange nes, kilar og bukter, i tillegg til at det er langstrakt. Den midtre delen, med ei kraftig utviding av innsjøen, utgjer det største arealet. Midt i denne delen ligg det fleire øyer. Sør for sjølve Tønnesølvatnet ligg Midtvatnet, som har ei større utviding mot nord. Frå Midtvatnet er det eit smalt



**Figur 4.** Kart over Tønnesølvatnet. (Kartgrunnlag NVE). 1 = Renna gjennom Myrskoddet, 2 = Teinelavet.

strype som kallast Teinelavet før vatnet renn over i Stemvatnet. I NVE-atlas inngår både Midtvatnet og Stemvatnet i Tønnesølvatnet (NVE.no). Det er nesten ingen høgdeskilnad mellom Midtvatnet og Stemvatnet.

Ned i Tønnesølvatnet renn det nokre småbekkar inn i den øvre delen av vatnet (**Figur 4**). Bl.a. er det ein bekk frå Ustadvatnet (119 moh./0,10 km<sup>2</sup>), som ligg vest for Tønnesølvatnet. I den øvre delen av Tønnesølvatnet ligg Litjenna (88 moh.) på vestsida av innsjøen. Utløpsbekken er ein saulebekk som renn nordover i slakt lende, for det er berre 1 meters fall ned i Tønnesølvatnet. Heilt i nordenden av Tønnesølvatnet kjem det eit par bekkar, bl.a. Kvennbekken frå Kvennvatnet (129 moh./0,02 km<sup>2</sup>). Men det er ikkje langt opp før ein kjem til eit vandringshinder der (Nils Per Igland, pers. medd.). Om lag 100 meter sørvest for Kvennbekken renn det ned ein bekk der ei grein kjem frå nordsida av Knaben (285 moh.), ei frå Grunneheia og ei tredje grein frå Hardebergdalen. Bekken frå Grunneheia kjem frå Grunnevatnet (248 moh./0,10 km<sup>2</sup>). Nedbørfeltet til desse bekkane er ganske stort. Ein spesiell liten bekk renn ned i Tønnesølvatnet frå Øvre Tønnesøl (Kristian Hørte og Nils Per Igland, pers. medd.). Denne bekken, som nærmast er eit vassikkel, kjem frå ei oppkomme. Utløpsbekken, Skiftenesbekken, frå Tønnesølvatnet renn sørover gjennom Stemvatnet og ut i Syndle. Dessutan er det som nemnt avrenning frå Stemvatnet gjennom den utgravede renna vestover til Holvatnet. Høgdeskilnaden mellom Stemvatnet og Holvatnet er 15 m, og på den siste delen ut mot Holvatnet renn vatnet ganske bratt ned skråninga til Holvatnet.

**Holvatnet (Figur 5; Tabell 1)** og utgjer, saman med Tønnesølvatnet, eit eige lite vassdrag mellom Urånassvassdraget og Kilandsvassdraget (**Figur 1**). Holvatnet er ein langstrakt innsjø som er ganske djup. Det er fleire småe bekkar som renn ned i Holvatnet, men ingen av dei har stabil vassføring slik at dei turkar ut i regnfattige somrar (Torbjørn Flak, pers. medd.). Ein av bekkane renn



**Figur 5.** Kart over Holvatnet. (Kartgrunnlag NVE). 1 = Kjellerdalen, 2 = Paradisdalen, 3 = eikeskogreservatet og 4 = den gjennomgravede renna ved Myrskoddet.

gjennom eikeskogreservatet, og denne bekken framgår ikkje av kartet. Lengst sør på vestsida av Holvatnet renn det ein liten bekk ned Kjellerdalen, og nord for denne renn det ein litt større bekk ned Paradisdalen. Dessutan kjem det, som nemnt under Tønnesølvatnet, vatn gjennom den utgravde renna frå Stemvatnet. Også denne kan turke ut i enkelte regnfattige somrar. Utløpsbekken frå Holvatnet renn ut i Syndle. Holvatnet er stemt i utløpet.

Holvatnet er tidlegare undersøkt gjennom SNSF-prosjektet (Hindar 1987). Det vart dessutan undersøkt nøye i samband med oppstart av kalking med dolomitt frå 1985 (Hindar 1987, 1989).

## 2.3 Fiskeartar

Fiskeartane i vassdraget ovanfor Syndle har vore aure *Salmo trutta*, tryte *Perca fluviatilis*, sik *Coregonus lavaretus* (Kleiven 1994) og dessutan røye *Salvelinus alpinus*. I tillegg kan ål *Anguilla anguilla* gå opp i øvre delen av vassdraget (Nes 1968). Ålen er veldig sjeldan i vassdraget i dag (Vigdis Wigeland, pers. medd.).

I eit lite historisk innblikk frå tidleg på 1900-talet skriv professor Amund Helland i forsiktige ordelag at Gangvatnet, Tønnesølvatnet ("Sønnesolvatn") og Holvatnet er "nogenlunde gode fiskevande i Landvig" (Helland 1904).

Det var veldig fin aure i Gangvatnet tidlegare fortel Odd Sivertsen (pers. medd.). Det kan Vigdis Wigeland (pers. medd.) indirekte stadfeste. Ho har ei historie om bestefaren som saman med ein skotte eller engelskmann var i Gangvatnet og fiska og kom ned att nedleste med fisk. Eit vitnsmål om denne turen er namnet på ei øy aust i Gangvatnet. Dei var i land der og åt lunsj, og framandkaren spurde kva øya heitte. Han vart fortald at ho hadde ikkje noko namn. Da skulle ho heite *Lunch Island*, sa han, og namnet står på det økonomiske kartbladet over Gangvatnet. Huitfeldt-Kass (1918) opplyser også at det var innført røye i Gangvatnet ca. 1892. Samtidig vart det slept røye i Hemingstveitvatnet. Når det gjeld Gangvatnet har tydelegvis kunnskapen om røya der gått ut av tradisjonen, for Tellef Snøløs og Vigis Wigeland (pers. medd.) kjenner ikkje til at det har vore røye der også. Men vi veit heller ikkje om røya etablerte seg i Gangvatnet etter at ho vart utsett der på 1890-talet.

Dei gamle meinte at det var på Nordbekk frå Gangvasstjenn at fisken for det meste gytte tidlegare (Karl Vangsnes, pers. medd.).

I Gangvatnet er det i dag ein aukande aurebestand i forhold til tidlegare (Tellef Snøløs, pers. medd.).

**Hunsdalsvatnet** hadde bestandar av både aure og tryte tidlegare (Kleiven 1994; Kristian Hørte og Tellef Snøløs, pers. medd.). Tryta forsvann heilt på grunn av forsureing, men det skulle finnast att litt aure der før kalkinga tok til i 1989. Tryta forsvann om lag 1985 (Kristian Hørte, pers. medd.). Den gamle auren i Hunsdalsvatnet var blank og fin. Det har også vore røye i Hunsdalsvatnet i følgje eldre informantar (Oddvar Bjørkås, pers. medd.). Og røya skulle vera fin der. Også Tellef Snøløs (pers. medd.) kjenner til at det "har vært røye" både i Hunsdalsvatnet og Hemingstveitvatnet.

Auren i Hunsdalsvatnet gyt særleg på uløpsbekken (Kristian Hørte, Thor Olsen og Tellef Snøløs, pers. medd.). Det er eit godt gyteområde for auren på ei 15 meters strekning ovanfor stemmen (Kristian Hørte, pers. medd.). Fisken kan også sleppe seg nedom stemmen for å gyte, men han kan vanskeleg ta seg opp att i innsjøen fordi det er eit parti med slett fjell som vanskeleggjer oppvandring (jf. foto av stemmen i Storerud (red.) 2003). Sannsynlegvis må det vera stor vassføring for at fisk eventuelt skal kunne vandre opp i Hunsdalstjenna att. Dessutan gyt auren i det smale sundet mellom Hunsdalsvatnet og Hunsdalstjenna (Kristian Hørte, pers. medd.). Det same har Thor Olsen (pers. medd.) ei formeining om.

Hunsdalsvatnet er nå overbefolka av aure (Tellef Snøløs, pers. medd.).

I **Tønnesølvatnet** var det aure og tryte før i tida (Kleiven 1994). Det var "småfallen" og for mykje fisk der tidlegare (Torbjørn Flak, pers. medd.). Den store gyteplassen i Tønnesølvatnet er ved Teinelavet i stryket mellom Midtvatnet og Stemvatnet. Det var og er ein veldig god gyteplasse. Etter namnet å dømme vart det brukt teiner til å fange fisk med der tidlegare. Bekken frå Grunnheia har vore den beste gytebekken i øvre delen av Tønnesølvatnet (Nils Per Iglund, pers. medd.). I det nemnde

vassiklet frå ei oppkomme frå Øvre Tønnesøl gyt også auren (Kristian Hørte og Nils Per Igland, pers. medd.).

I **Holvatnet** var det aure og tryte tidlegare (Kleiven 1994). Det var veldig fin fisk i Holvatnet før (Torbjørn Flak, pers. medd.). Det gjaldt både for auren og tryta.

Det var vanskeleg med gyteplassar for auren i Holvatnet frå gamalt, og det er det også i dag (Torbjørn Flak, pers. medd.). Han har sett yngel på bekken som renn gjennom eikeskogreservatet. Også i den utgravde renna mellom Stemvatnet og Holvatnet har han observert yngel. Han meiner dessutan at større fisk kan sleppe seg ned frå Stemvatnet og ned i Holvatnet gjennom denne renna. Tidlegare vart det lystra på i alle fall bekken gjennom Paradisdalen, slik at det tydelegvis var oppgang av gytefisk der før. Og det er ei kort strekning lengst nede som er eigna for gyting. I utløpsbekken frå Holvatnet er det ein fast stem som hindrar fri ferdsel av fisk frå bekken og opp i vatnet.

**Tabell 2.** Opplysningar om fiskeart(ar), fiskestatus og kalkingsstart. Opplysningane er henta frå Kleiven (1994, 1995) og Huitfeldt-Kaas (1918) og lokale informantar.

Innsjø	Fiskeart(ar) før kalking	Fiskestatus før kalking	Kalking frå	Fiskestatus i dag
Gangvatnet	Aure, røye	Utdødd	1988	Aukande aurebestand
Hunsdalsvatnet	Aure, røye, tryte	Litt aure igjen?	1989	Overbefolka av aure
Tønnesølvatnet	Aure, tryte	Utdødd	1987	Aukande aurebestand
Holvatnet	Aure, tryte	Utdødd	1985	God aurebestand

## 2.4 Forsuring og påverknad på fisken

Hausten 1983 vart det tatt vassprøver i utvalde innsjøar i Rorevassdraget som viste merkbare nyansar i forsuringgraden innan vassdraget (Sevaldrud og Skogheim 1985). I Røynevatnet sør for Vigelandsvatnet var pH 4,70 som det dårlegaste, og i Snøløsvatnet var det minst surt med ein pH på 5,23. I nedbørfeltet til Snøløsvatnet og Nervatnet er det kalkinnslag i berggrunnen som medverkar til å avbøte på forsuringssituasjonen (Skov m.fl. 1990; Kaste og Kroglund 1995). Ein kort oversikt med resultat på pH, kalsium og aluminium før kalking for dei fire innsjøane er vist i **Tabell 3**. pH-data før kalking er vist i **Figur 7**.

**Tabell 3.** Vasskjemi i dei undersøkte lokalitetane før kalking (Etter Skov m.fl. 1990).

Innsjø	År	pH	Ca, mg/l	Al, ug/l
Gangvatnet		4,7	0,8	300
Hunsdalsvatnet	1986	5,1	1,3	172
Tønnesølvatnet		4,6	1,03	210-475
Holvatnet	1985	4,55	1,1	450

Nedbørfeltet til Gangvatnet har vesentleg sure og tungt oppløyslege bergartar (Skov m.fl. 1990). Gangvatnet var kronisk surt før kalking, med ein pH på 4,7 (**Tabell 3**). Den gongen var det også låg kalsiumkonsentrasjon og høge aluminiumsverdiar i innsjøen. Auren som var i Gangvatnet døde ut før kalking kom i gang (Kleiven 1994).

Berggrunnen i nedbørfeltet til Hunsdalsvatnet er også sur og tungt oppløysleg (Skov m.fl. 1990). Men pH føre kalking var betre der enn i Gangvatnet, med ein pH-verdi på 5,1 og ein kalsiumkonsentrasjon på 1,3 (**Tabell 3; Figur 7B**). I Hunsdalsvatnet forsvann tryta om lag 1985 på

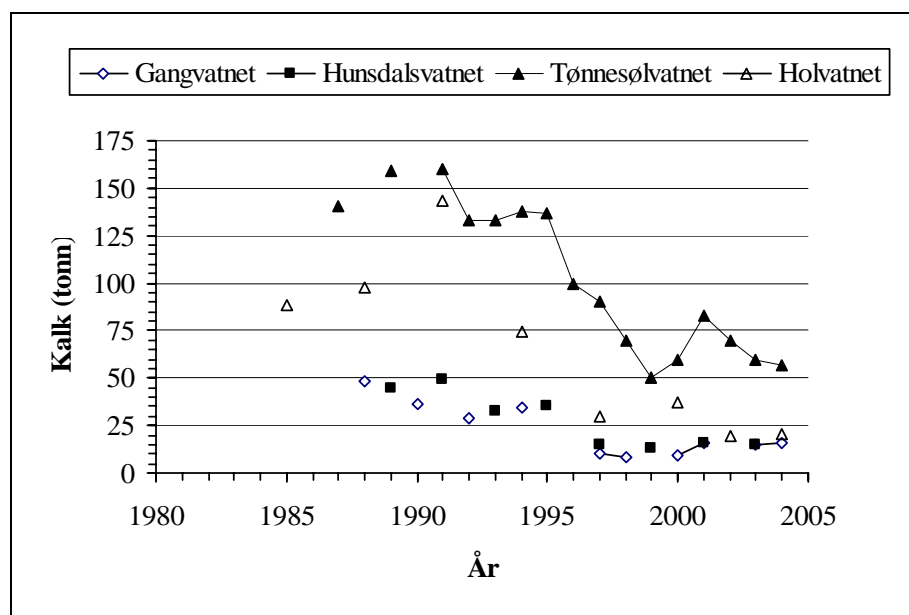


grunn av forsureing, men det skulle finnast att litt aure der før kalkinga tok til i 1989 (Kristian Hørte, pers. medd.).

Når det gjeld Tønnesølvatnet og Holvatnet ligg også desse to vatna i eit surt område, og dei var sterkt forsura føre kalking, med ein pH på om lag 4,6 (Skov m.fl. 1990; jf. **Tabell 3; Figur 7C/D**). Både lokalitetane hadde eit svært høgt innhald av aluminium før kalking. Kalsiumverdiane låg mellom verdiane for Gangvatnet og Hunsdalsvatnet. I Tønnesølvatnet døde både auren og tryta ut før kalking (Kleiven 1994). Det same skjedde i Holvatnet.

## 2.5 Kalking

Av dei undersøkte innsjøane kom kalking fyrst i gang i Holvatnet i 1985 (Hindar 1987; Skov m.fl. 1990) (jf. **Figur 6**). Deretter vart Tønnesølvatnet kalka i 1987, Gangvatnet i 1988 og Hunsdalsvatnet i 1989. Gangvatnet vart kalka på nytt i 1990 (Skov m.fl. 1990). I Holvatnet vart det brukt dolomittkalk i 1985 og dolomitt vart også brukt i Tønnesølvatnet i 1987. Holvatnet vart kalka på nytt i 1988 med kalsteinsmjøl. Seinare er innsjøane kalka regelmessig fram til 2004, hyppigast i Tønnesølvatnet, der kalking har skjedd årleg frå 1991 (**Figur 6**). Ved omkalkinga i Tønnesølvatnet våren 1989 vart det brukt krittkalk (Skov m.fl. 1990).



**Figur 6.** Antal tonn kalk brukt ved båtkalking i Gangvatnet, Hunsdalsvatnet, Tønnesølvatnet og Holvatnet frå kalkingsstart i 1985. (Data omarbeidd frå Fylkesmannen i Aust-Agder og Kroglund 1994a).

I samband med innsjøkalking i mange innsjøar i Rorevassdraget vart vassdraget grundig dokumentert vasskjemisk med prøvetakingar gjennom året midt på 1990-talet (Kroglund 1994b; Kaste og Kroglund 1995) (jf. **Figur 7A-D**). Det er vidareført seinare gjennom prøvetaking i samband med overvåking av kalkinga.

Gangvatnet har vore innsjøkalka omtrent annankvart år (**Figur 6**). I tillegg til innsjøkalking i Gangvatnet, har det vore kalka litt i nedbørfelta. I Gangvasstjenn vart det kjørt inn kalk med snøskuter og kalka på isen ein tre års tid, men det er det ikkje gjort dei siste åra (Vigdis Wigeland og Karl Vangsnes, pers. medd.). Bekken frå Gangvasstjenn har vore kalka med sekkar med grovare kalk ein gong, innkjørt med snøskuter (Tellef Snøløs, pers. medd.).

Etter at innsjøkalking kom i gang i Gangvatnet steig pH til over 6,0 (**Figur 7A**). Med eitt unntak for 22.03.1990 (pH 5,84), har pH vore mellom 6 og 7 fram til utgangen av 1999. Frå mai 2000 til mai 2001 var det ein markert nedgang i pH-verdiane i Gangvatnet. Såleis var pH 12.05.2000 på 5,89 og 19.11.2000 nede i 5,5 før pH kom opp på 5,63 den 14.05.2001. Frå hausten 2001 har pH vore i underkant av 6,5.

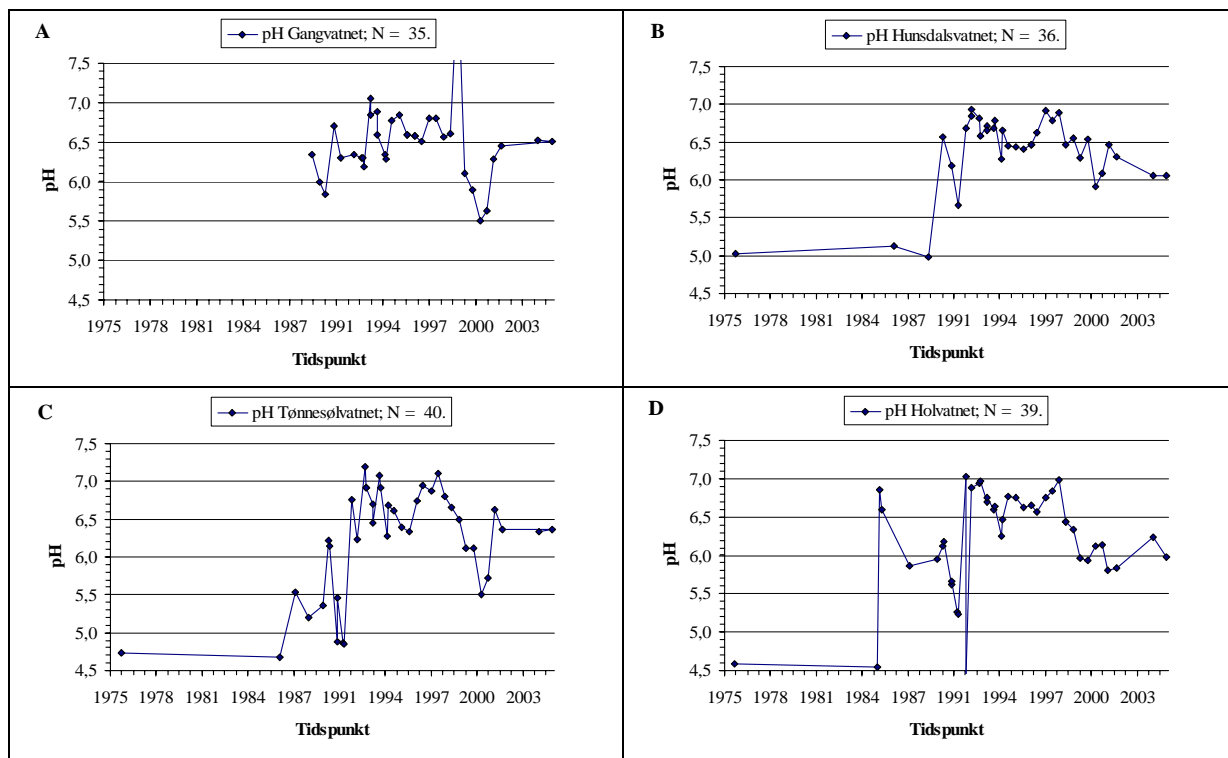
Hunsdalsvatnet har vore kalka annankvart år siden 1989 (**Figur 6**). I starten på kalkinga vart det dessutan kjørt ut noko mergel i utløpet (Tellef Snølø, pers. medd.). I seinare år har jordene oppe i Hunsdal vorte tatt i bruk på nytt og kalka opp. Det kan ha medverka til gunstigare vasskjemi i innløpsbekken.

I Hunsdalsvatnet auka pH raskt etter fyrste innsjøkalkinga i 1987 (**Figur 7B**). Med unntak av ein pH på 5,67 den 11.04.1991, har pH i Hunsdalsvatnet seinare vore mellom 6 og 7.

Tønnesølvatnet vart innsjøkalka annankvart år i starten, men frå 1991 vart det kalka årleg fram til 2004 (**Figur 6**). Når det gjeld Tønnesølvatnet vart det også lagt ut krittgrus og grovdolomitt i eit par gytebekkar skriv Skov m.fl. (1990). Elles har avsyringa av innsjøen vore basert på innsjøkalkinga.

Resultatet frå prøvetakinga i Tønnesølvatnet etter at kalking kom i gang viser ein moderat oppgang av pH dei fyrste åra (**Figur 7C**). Med unntak av pH-verdiane 19.11.2000 og 14.05.2001 (pH 5,51 og 5,72), har pH vore over 6,0 etter oktober 1991.

Holvatnet vart innsjøkalka kvart tredje år fram til 2000, da det vart kalking annankvart år (**Figur 6**). I Holvatnet er det i tillegg til innsjøkalking også gjort eit par mindre forsøk med kalking i sidebekkar (Torbjørn Flak, pers. medd). I bekken som renn gjennom Paradisdalen vart det kjørt på eit par traktorlass med kalk like etter at kalkinga av Holvatnet starta. Dessutan vart det lagt ein del sekkar med kalk i innløpsbekken i øvre enden av Holvatnet. Skov m.fl. (1990) opplyser at det vart kalka med grovdolomitt i to gytebekkar til Holvatnet.



**Figur 7.** Oversikt over pH i Gangvatnet (A), Hunsdalsvatnet (B), Tønnesølvatnet (C) og Holvatnet (D). (NIVA-database frå ulike prosjekt, primært frå Kroglund (1994b) og Kaste og Kroglund (1995). For Holvatnet er dessutan tre pH-prøver frå like før og etter kalking supplert frå Hindar (1987)).

Etter innsjøkalking i Holvatnet steig pH kraftig, men avtok dei neste åra (**Figur 7D**). Frå oktober 1990 er det registrert ein nedgang i pH som kulminerte 11.04.1991 med ein pH på 5,23. Ein markert dropp til 4,42 den 15.11.1991 er urealistisk og markerar truleg innblanding av surt regnvatn. Frå 1992 har pH vore frå i underkant av pH 6 til 7.

## 2.6 Fiskekultivering i samband med kalkinga

Etter kalking vart det slept Byglandsfjord-aure i Gangvatnet (Kleiven 1994). Det er slept fisk der berre den eine gongen (Vigdis Wigeland og Karl Vangsnes, pers. medd.). I alt vart det slept 3.000 settefisk der (Skov m.fl. 1990; Karl Vangsnes, pers. medd.). Det er to typer av den auren som vart sett ut i Gangvatnet (Vigdis Wigeland og Kristian Hørte, pers. medd.). Den eine typa er gråkvit i kjøtet, smakar saule og er laus, ekkel og ubrukeleg (Vigdis Wigeland, pers. medd.). Også i Gangvatnet (jf. omtale under Hunsdalsvatnet) blir det karakterisert som ei tabbe at denne type fisk vart slept (Kristian Hørte, pers. medd.). Denne dårlege fisken har også vandra ned i Hemingsstveitvatnet og finst også i Vigelandsvatnet (Vigdis Wigeland og Kristian Hørte, pers. medd.). I Gangvasstjenna er det ikkje slept Byglandsfjord-aure.

I utløpsbekken frå Gangvatnet vart det brukt gravemaskin og reinska opp for spon på midten eller slutten av 1990-talet (Tellef Snøløvs og Karl Vangsnes, pers. medd.). Det stod nemleg eit gamalt saghus der som hadde rotta ned og etterlatt seg mykje spon. Det vart grave ut spon og masse og påkjørt sand. Det blir observert yngel på bekken og i vatnet innanfor. Og om haustane blir det observert mykje fisk som går ned for å gyte. Under prøvefisket i 2005 vart det også observert yngel på bekken.

Bekken frå Gangvasstjenn vart reinska opp i samband med kalkinga oppi tjønna (Karl Vangsnes, pers. medd.). Det er observert yngel i nokre småkulpar der når det er somrar med nok vatn (Vigdis Wigeland, pers.medd.). I bekken frå Bjortjenn er det observert enkelte yngel i kulpane lengst nede i bekken. Men denne bekken kan lett turke inn i regnfattige somrar.

Hovudplassen for gyting i Gangvatnet i dag er utløpsbekken (Vigdis Wigeland og Tellef Snølv, pers.medd.). Tellef Snølv (pers.medd.) meiner dessutan at auren "gyter litt i vannet" fordi det er grugrunner i Gangvatnet.

I Hunsdalsvatnet er det slept aure frå Birkedalsbekken (Hålandsvassdraget) etter at kalkinga tok til i 1989 (Kleiven 1994), i eit antal på om lag 200 (Kristian Hørte, pers. medd.). Dessutan vart det slept Byglandsfjord-aure der. Dei fekk da to typer aure: den eine typa var innsjøgytande som gyt på grunna. Det blir i dag sett på som ei tabbe at denne fisken vart slept i Hunsdalsvatnet fordi den eine typa er mindreverdige som matfisk (jf. også omtale under Gangvatnet). Det sleng av den gamle, blanke fisken også, men det er sjeldan å få han. Det er fisk frå Hålandsvassdraget som nå dominerar i dag.

Det er observert yngel på utløpsbekken frå Hunsdalsvatnet (Kristian Hørte og Tellef Snølv, pers. medd.). Og under prøvefisket i september 2005 vart det observert yngel på innløpsbekken til Hunsdalsvatnet.

Hunsdalsvatnet er nå overbefolka av aure (Tellef Snølv, pers. medd. 2002). På tynningsfiske i 2001 tok dei ut henimot 1000 aure i vatnet. Da vart det brukt ei mindre uttynningsruse. I 2002 vart det fiska med garn.

I Tønnesølvvatnet vart det etter kalking sett ut 5000 settefisk frå Grenland i 1987 (Skov m.fl. 1990; Kleiven 1994). I tillegg er det opplyst at det er sett ut 200-300 aure frå Birkedalsbekken (Hålandsvassdraget). Det er også sett ut aure i Litjenna (Nils Per Igland, pers. medd.).

I Tønnesølvvatnet er det ein aukande aurebestand (Tellef Snølv, pers. medd.) og Torbjørn Flak (pers. medd.) tok ut om lag 300 gytefisk med ruse ved Teinelavet hausten 2003.

I Holvatnet vart det etter innsjøkalking i 1987 sett ut 1000 aureyngel frå Grenland (Skov m.fl. 1990). I tillegg er det opplyst at det er sett ut 200-300 aure frå Birkedalsbekken (Hålandsvassdraget). Det er dessutan slept aure frå Byglandsfjorden der (Torbjørn Flak, pers. medd.).

## 3. Metodikk

### 3.1 Fangstmetodikk

Prøvefisket i dei fire innsjøane i Rorevassdraget er gjennomført med Nordiske garn med ulike maskevidder i kvart garn (5-55 mm) etter eit standardisert opplegg utarbeidd av Hindar m.fl. (1996). Det vart fiska stratifisert ved at garna vart sette systematisk på ulike djup utifrå innsjøareal og innsjødjup. Av kostnadmessige grunnar er garninnsatsen redusert til 50% av skissert standard innsats. Innsatsen for dei aktuelle lokalitetane framgår av **Tabell 4**. Det er tidlegare ikkje utført prøvefiske i dei fire innsjøane.

**Tabell 4.** Oversikt over innsjøareal og fangstinnsats i dei prøvefiska innsjøane i Rorevassdraget.

Innsjø	Innsjø-areal, km <sup>2</sup>	Antal garn etter 20-34,9 m djup	Antal garn ved 50% redusert innsats
Gangvatnet	0,41	24	12
Hunsdalsvatnet	0,37	24	12
Tønnesølvatnet	0,98	32	16
Holvatnet	0,50	32	16

### 3.2 Registrering og analyser

Det er registrert lengde, vekt, kjønn, kjønnsmodning, kjøtfarge og innvollsfeitt på fisken. Det er vidare tatt øyresteinar og skjel. Aldersbestemming er hovudsakleg gjort på øyresteinar (otolittar). Skjel er brukt i tilfelle der det var behov for det.

Veksten på fisken er framstilt som empirisk vekst med standardavvik, der kryssingspunktet mellom aldersgruppa og den gjennomsnittlege lengda på fisken i den aktuelle aldersgruppa utgjer eit vekstpunkt.

Kondisjonsfaktoren er forholdet mellom lengde og vekt. Med god kondisjon meiner ein fisk som i vekstsesongen er tung i forhold til lengda, eller med andre ord feit og fin. Kondisjonsfaktoren endrar seg gjennom sesongen, og mot gytetida vil kondisjonsfaktoren kunne vera direkte misvisande ved å måle på gytefisk, særleg hofisk. Formelen for kondisjonsfaktoren er:

$$K = 100 \times \text{Vekt i gram} / (\text{Lengda i cm})^3$$

Aluminium (Al) og jern (Fe) på fiskegjellene er analysert ved UMB (Universitetet for miljø- og biovitenskap) på Ås. Konsentrasjonen av Al og Fe er bestemt vha ICP-OES (Induktivt koplet plasma emisjons-spektroskopi). Konsentrasjonen av Al og Fe på fiskegjellene er oppgjevne som µg pr. gram (turrvekt) prøvemateriale. Metall på gjellene indikerar metallbelastninga. Det er ikkje utarbeidd retningsliner for korleis slike data skal tolkast for innlandsfisk, men aure vil tåle vesentleg høgare konsentrasjonar enn laks.

Fangst pr. innsats (fangst pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal) er utrekna for å samanlikne fangsten mellom innsjøane. Vidare er samanlikningar gjort for alder, vekst, kondisjonsfaktor og aluminiums- og jernkonsentrasjonane på gjellevev.

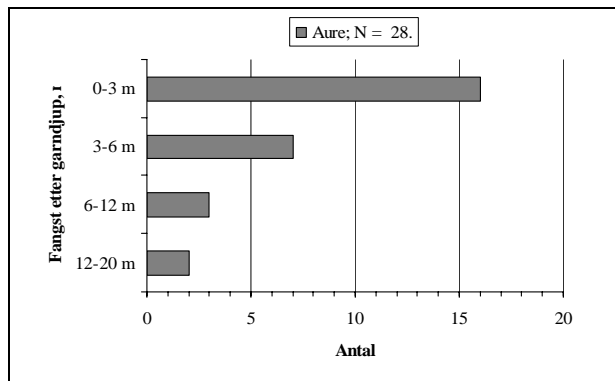
Prøvefiska i dei aktuelle innsjøane vil inngå i eit overvåkingsopplegg der ein vil gå inn att med same innsats og prosedyrer etter to år for å sjekke utviklinga i fiskebestandane med omsyn til fangst pr. innsats, aldersstruktur, empirisk vekst og gjellealuminium.

## 4. Resultat

### 4.1 Gangvatnet

#### 4.1.1 Fangst

Det vart fanga 28 aure på prøvafisket i Gangvatnet. Flest fisk vart fanga på 0-3 m djup, og på dei neste djupa var det jamt avtak i fangsten (**Figur 8**). Fangst pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal utgjorde 5,2 fisk.

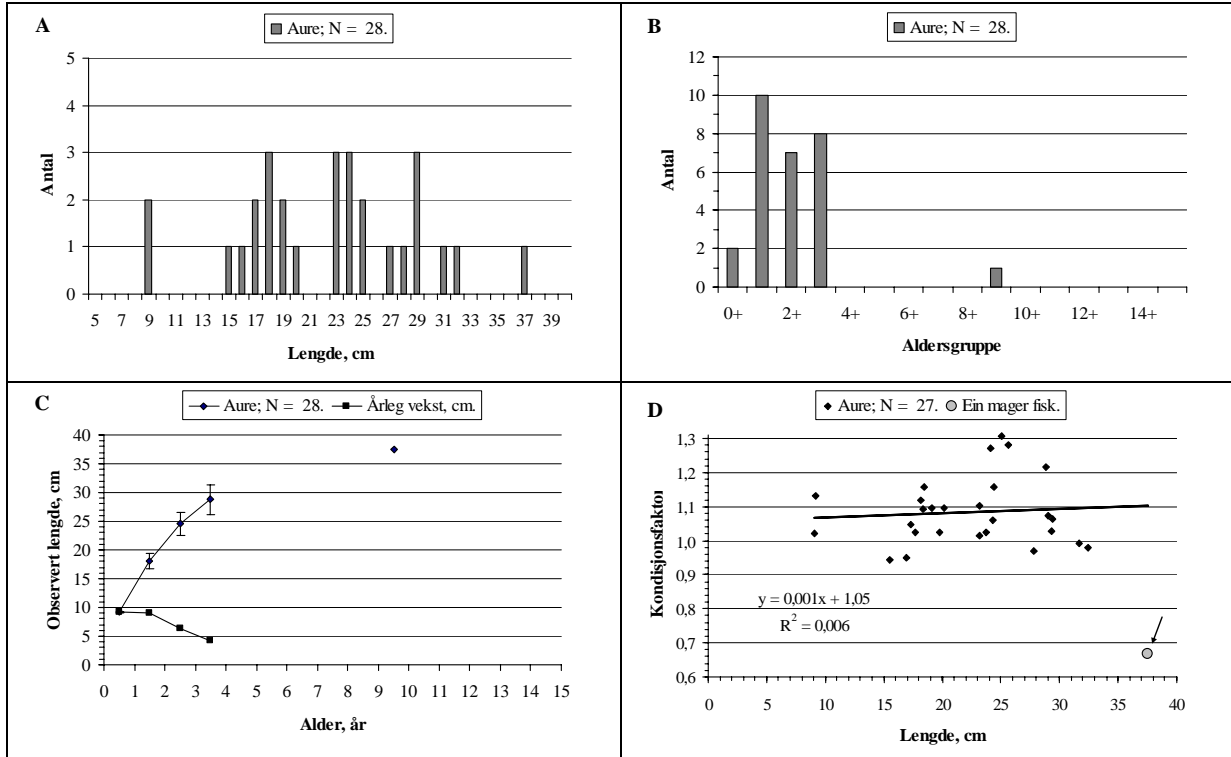


**Figur 8.** Fangstfordeling på prøvafisket i Gangvatnet i september 2005.

#### 4.1.2 Aure

Lengdefordelinga på aurefangsten i Gangvatnet i 2005 viser fisk ganske jamt fordelt i lengdeintervallet mellom 15-32 cm, med to fiskar på 9 cm og ein på 37 cm (**Figur 9A**). Aldersfordelinga viser fisk i aldersgruppene 0+ - 3+ og ein fisk i aldersgruppe 9+ (**Figur 9B**). Det var flest fisk i aldersgruppe 1+, men aldersgruppene 2+ og 3+ var godt representerte. Vekstfiguren viser at det var veldig god vekst på auren i Gangvatnet dei to fyrste åra med 9,2 og 9,0 cm (**Figur 9C**). Og veksten heldt seg svært godt oppe dei to neste åra også. Kondisjonsfaktoren for auren i Gangvatnet låg stort sett mellom 1,0 og 1,1, men han varierte mykje (**Figur 9D**). Det var særleg den største auren på 37,5 cm som skilte seg ut i negativ lei, med ein kondisjonsfaktor på berre 0,67 (markert med pil i figuren). Denne fisken burde ha hatt ei vekt på 525 gram for å nå opp i kondisjonsfaktor på om lag 1,0, men han vog berre 352 garm. Best kondisjon hadde fisk på om lag 25 cm, men dei tre som hadde høgast kondisjonsfaktor var hofisk som skulle ha gytt. Gjennomsnittleg kondisjonsfaktor for all fisken var 1,08 (1,07 med den radmagre eldre auren inkludert).

Aluminiumsverdiane på fiskegjellene i Gangvatnet var låge med verdiar på 5-15 µg Al pr. gram turrvekt prøvemateriale (**Tabell 5**). Gjennomsnittet var på 8,8 µg Al pr. gram (s.d. 4,3; N = 5). Konsentrasjonane av jern var også ganske låge med verdiar på 64164 µgFe/gram turrvekt. Gjennomsnittet låg på 110,8 µgFe/gram (s.d. 39,8; N = 5).



**Figur 9.** Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for aure fanga på prøvafiske i Gangvatnet i september 2005. Den magre fisken markert med pil i delfigur D er ikkje med i trendlina i figuren.

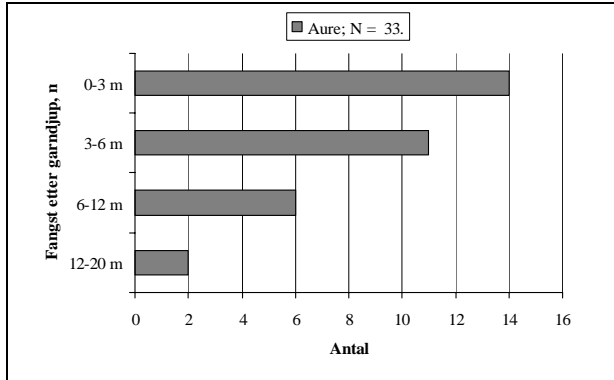
**Tabell 5.** Oversikt over prøvetatt fisk og konsentrasjonen av aluminium (Al) og jern (Fe) i  $\mu\text{g}$  pr. gram (turrvekt prøvemateriale) på gjellene av aure fanga på prøvafiske i Gangvatnet i september 2005.

Prøve nr.	Lengde, cm	Vekt, gram	Kjønn	Stadium	Feitt	Al ( $\mu\text{g}/\text{gram}$ )	Fe ( $\mu\text{g}/\text{gram}$ )
AD 782	27,8	208,5	1	5	1	11	164
AD 783	29,3	258,5	1	5	2	8	138
AD 784	23,2	137,5	2	5	3	15	93
AD 785	17,3	54,2	2	2	3	5	64
AD 786	25,1	206,7	1	5	3	5	95

## 4.2 Hunsdalsvatnet

### 4.2.1 Fangst

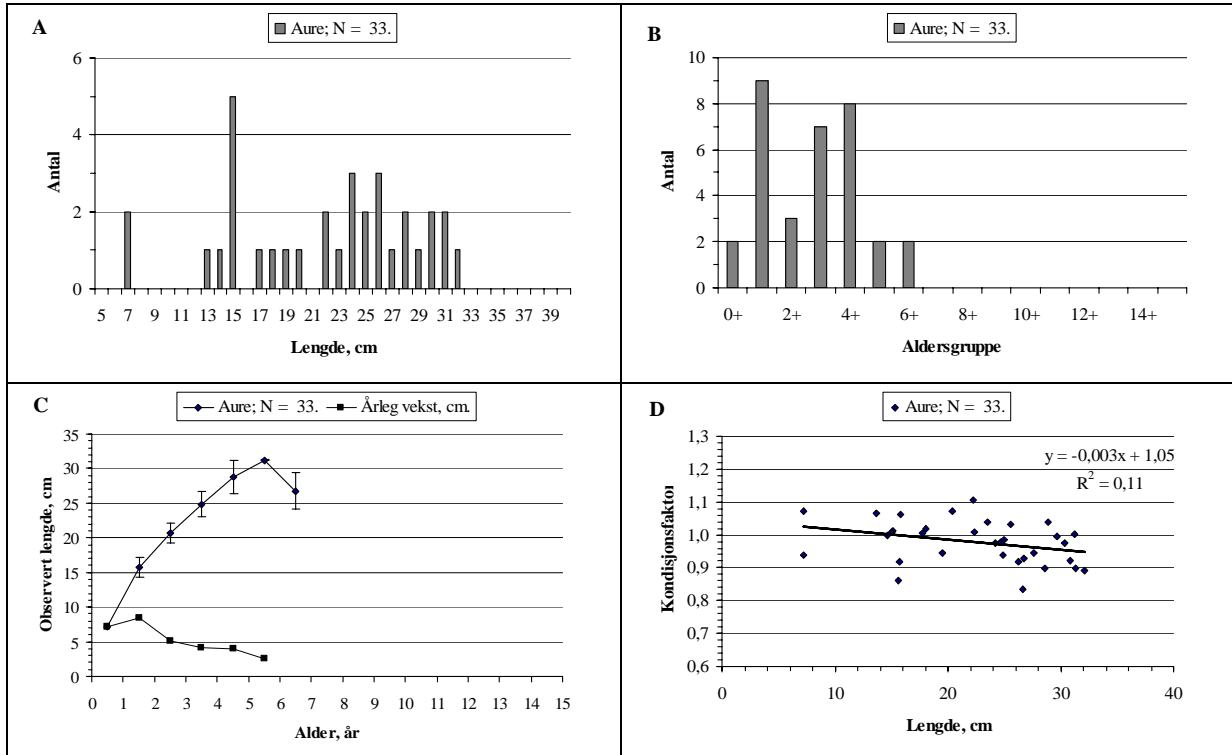
Det vart fanga 33 aure på prøvafisket i Hunsdalsvatnet. Flest fisk vart fanga på 0-3 m djup, og på dei neste djupa var det jamt avtak i fangsten (**Figur 10**). Fangst pr. 100  $\text{m}^2$  garnareal utgjorde 6,1 fisk.



**Figur 10.** Fangstfordeling på prøvafiske i Hunsdalsvatnet i september 2005.

### 4.2.2 Aure

Lengdefordelinga på aurefangsten i Hunsdalsvatnet i 2005 viser fisk ganske jamt fordelt i lengdeintervallet frå 13 til 32 cm, og i tillegg to fiskar på 7 cm (**Figur 11A**). Det var ein liten topp i lengdefordelinga på 15 cm. Aldersfordelinga viser fisk i aldersgruppene 0+ - 6+ (**Figur 11B**). Det var flest fisk i aldersgruppene 1+, 3+ og 4+. Aldersgruppe 2+, som tilsvarar årsklasse 2003, var svakt representert i prøvafiskefangsten. Det var god vekst på auren dei to fyrste åra med 7,2 og 8,5 cm (**Figur 11C**). Og veksten heldt seg godt oppe dei to neste åra også. Kondisjonsfaktoren for auren i Hunsdalsvatnet varierte hovudsakleg mellom 0,9 - 1,1, med ein gjennomsnitt på 0,98 (**Figur 11D**). Det var ein avtakande trend i kondisjonsfaktoren med aukande fiskelengde.



**Figur 11.** Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for aure fanga på prøvafiske i Hunsdalsvatnet i september 2005.

I fem fiskar vart det funne rundmark (*Eustrongelides*). Det var ein syste i kvar av desse fiskane.

Aluminiumsverdiane på fiskegjellene i Hunsdalsvatnet var låge med verdiar på 5-17 µg Al pr. gram turrvekt prøvemateriale (**Tabell 6**). Gjennomsnittsverdien var 8,8 µg Al pr. gram turrvekt (s.d. 4,8; N = 5). Konsentrasjonane av jern var også ganske låge med verdiar på 71-147 µgFe/gram turrvekt. Gjennomsnittet var på 104,6 µgFe/gram turrvekt (s.d. 32,2; N = 5).

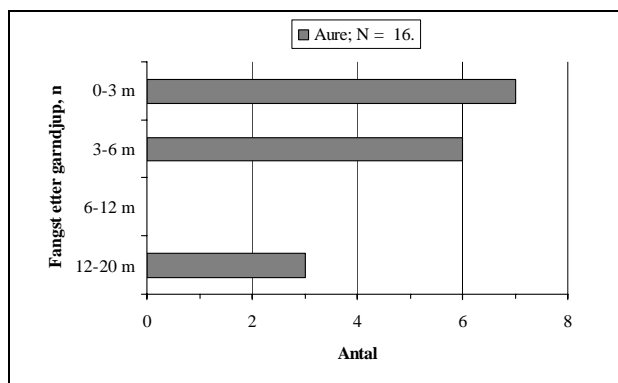
**Tabell 6.** Oversikt over prøvetatt fisk og konsentrasjonen av aluminium (Al) og jern (Fe) i µg pr. gram (turrvekt prøvemateriale) på gjellene av aure fanga på prøvafiske i Hunsdalsvatnet i september 2005.

Prøve nr.	Lengde, cm	Vekt, gram	Kjønn	Stadium	Feitt	Al (µg/gram)	Fe (µg/gram)
AD 759	26,2	165,2	2	5	1	9	77
AD 760	20,4	91,0	1	4	1	17	147
AD 765	26,6	156,8	2	74	3	7	71
AD 766	22,2	120,8	1	5	3	6	102
AD 767	24,7	147,5	2	5	3	5	126

## 4.3 Tønnesølvatnet

### 4.3.1 Fangst

Storparten av fisken vart fanga i intervalla 0-3 og 3-6 m djup (**Figur 12**). På 6-12 m var det ingen fisk, men derimot var det tre fiskar på 12-20 m djup. Fangst pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal utgjorde 2,2 fisk.



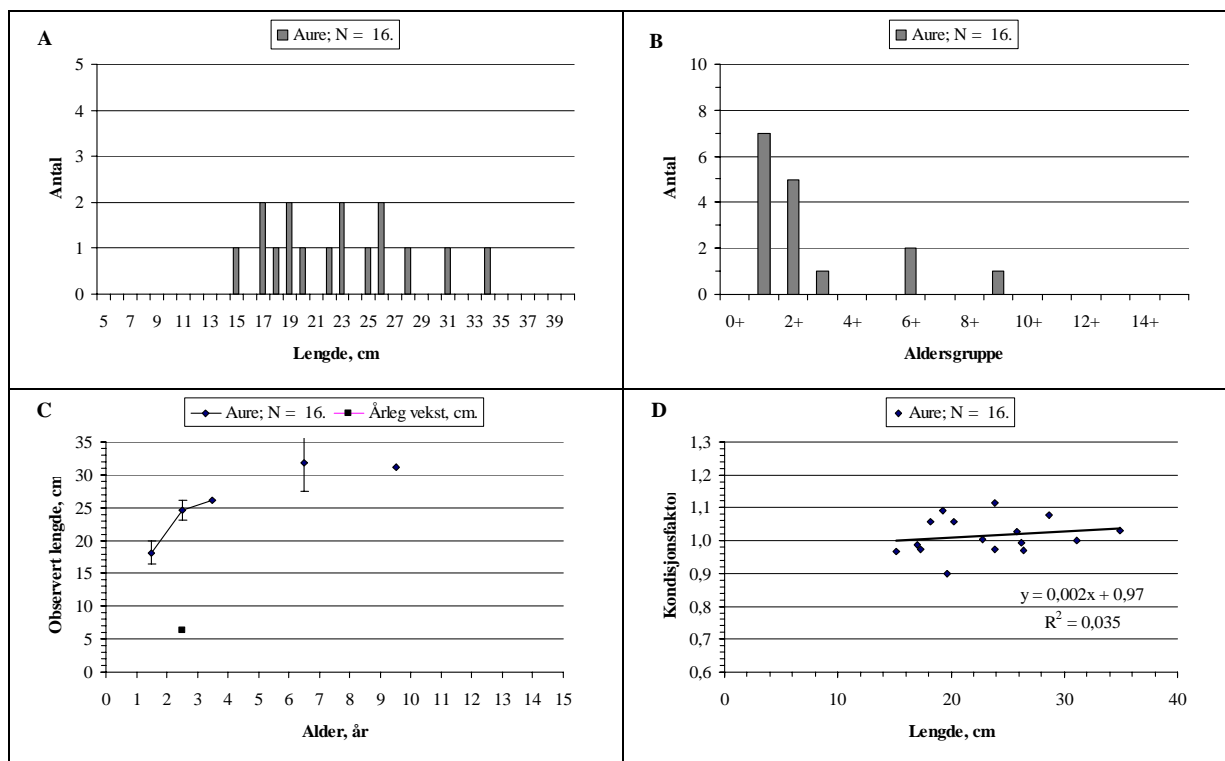
**Figur 12.** Fangstfordeling på prøvafiske i Tønnesølvatnet i september 2005

### 4.3.2 Aure

Lengdefordelinga på aurefangsten i Tønnesølvatnet viser fisk ganske jamt fordelt i lengdeintervallet mellom 15-34 cm (**Figur 13A**). Aldersfordelinga viser dominans av ungfisk i aldersgruppene 1+ - 2+ (**Figur 13B**). Det var også innslag av fisk i aldersgruppene 3+, 6+ og 9+. Det var god vekst dei to første åra, der 1+ fisk viser ein observert lengde på 18,1 cm (**Figur 13C**). Det var også bra vekst tredje året. For resten av vekstkurven er datagrunnlaget lite. Kondisjonsfaktoren for auren i Tønnesølvatnet var ganske god med ein gjennomsnitt på 1,01 (**Figur 13D**). Det var ein svak tendens til stigande kondisjonsfaktor med aukande fiskelengde.



Aluminiumsverdiane på fiskegjellene i Tønnesølvatnet var, bortsett frå ein fisk, låge med verdiar på 4-10 µg/Al pr. gram turrvekt prøvemateriale (**Tabell 7**). Ein fisk hadde 31 µg/Al pr. gram. Gjennomsnittsverdien var 10,7 (s.d. 10,2; N = 6). Konsentrasjonane av jern var også ganske låge med verdiar på 77-162 µgFe/gram turrvekt prøvemateriale. Gjennomsnittet var på 125,2 µgFe/gram (s.d. 38,6; N = 6).



**Figur 13.** Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for aure fanga på prøvefiske i Tønnesølvatnet i september 2005.

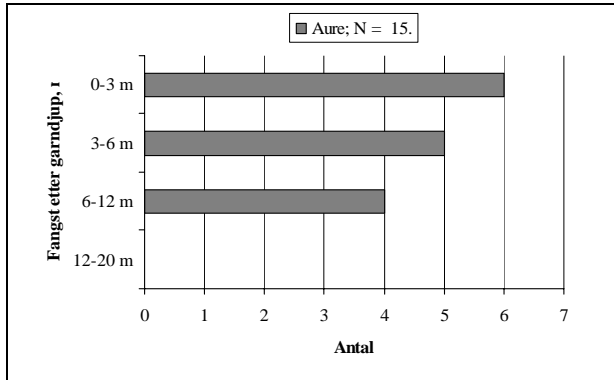
**Tabell 7.** Oversikt over prøvetatt fisk og konsentrasjonen av aluminium (Al) og jern (Fe) i µg pr. gram (turrvekt prøvemateriale) på gjellene av aure fanga på prøvefiske i Tønnesølvatnet i september 2005.

Prøve nr.	Lengde, cm	Vekt, gram	Kjønn	Stadium	Feitt	Al (µg/gram)	Fe (µg/gram)
AD 768	26,4	178,8	2	2	3	10	159
AD 769	22,8	119,1	1	2	3	4	154
AD 770	20,2	87,1	1	2	3	6	84
AD 773	23,9	152,2	2	5	3	6	115
AD 774	25,8	176,2	2	5	2	31	162
AD 775	26,2	179,0	2	2	3	7	77

## 4.4 Holvatnet

### 4.4.1 Fangst

Det vart fanga 15 aure på prøvafisaket i Holvatnet. Det var eit jamt avtak i fangsten frå 0-3 m djup og ned til 6-12 m djup (**Figur 14**). Det vart ikkje fanga aure på 12-20 m djup i Holvatnet. Fangst pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal utgjorde 2,1 fisk.

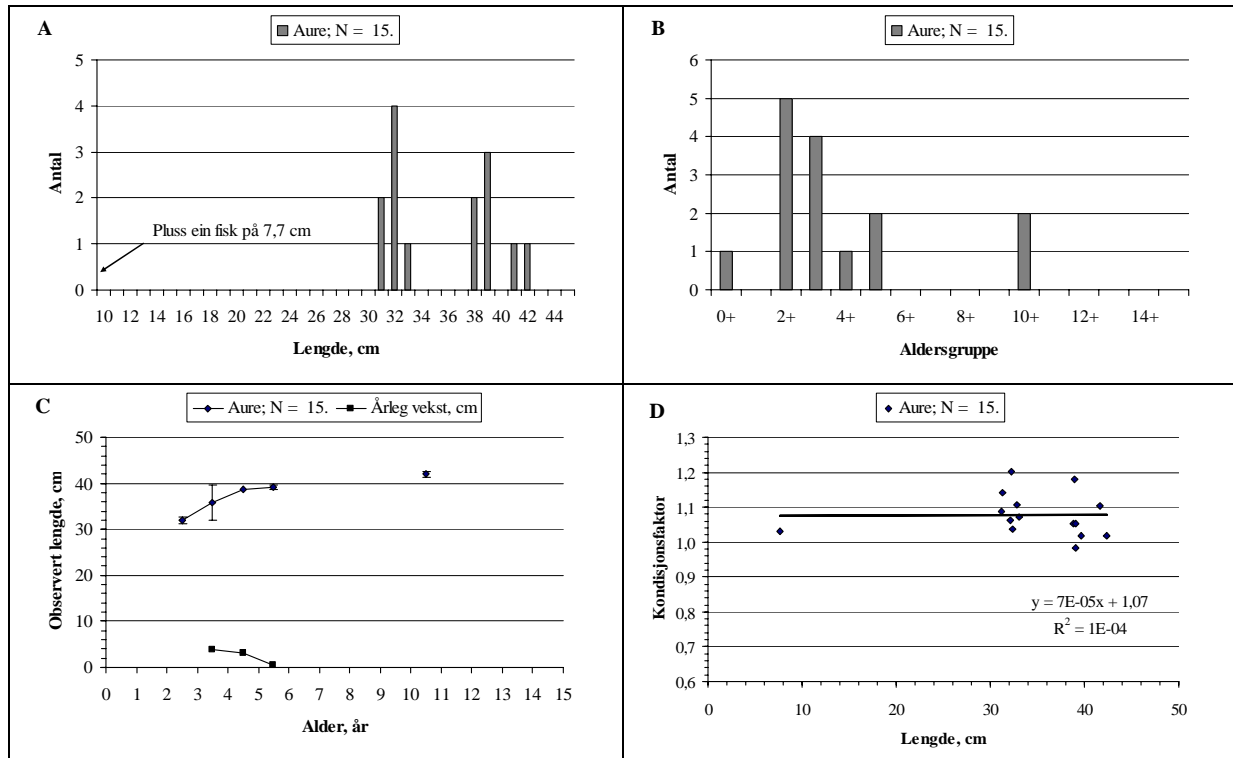


**Figur 14.** Fangstfordeling på prøvafiske i Holvatnet i september 2005.

### 4.4.2 Aure

Lengdefordelinga for auren i Holvatnet viser ein fisk på 7,7 cm, og resten av fangsten i to lengdegrupper, frå 31 til 33 cm og frå 38 til 42 cm (**Figur 15A**). Aldersfordelinga viser eit noko ujamnt mønster med fisk i aldersgruppene 0+, 2+ - 5+ og 10+ (**Figur 15B**). Aldersgruppene 2+ og 3+ var sterkast representert, og dei utgjorde 60% av fangsten. Aldersgruppe 1+, som tilsvarar 2004-årsklassa, mangla heilt. Det var usedvanleg god vekst på auren i Holvatnet (**Figur 15C**). Av vekstkurven framgår det at auren i aldersgruppe 2+ viser ein observert lengde på 32 cm. Deretter avtek veksten raskt, og flatar ut mellom 35 og 40 cm. Det var også god kondisjonsfaktor på auren, som var mellom 1,0 og 1,2 (**Figur 15D**). Gjennomsnittleg kondisjonsfaktor var 1,08.

Aluminiumsverdiane på fiskegjellene i Holvatnet var, bortsett frå ein fisk, låge med verdiar på 6-17 µgAl/gram turrvekt prøvemateriale (**Tabell 8**). Ein fisk hadde 37 µgAl/gram. Gjennomsnittsverdien var 16,0 µgAl/gram (s.d. 12,4; N = 5). Med to unntak (194/232 µgFe/gram) var også konsentrasjonane av jern ganske låge med verdiar på 115-160 µgFe/gram turrvekt prøvemateriale. Gjennomsnittet var på 167,0 µgFe/gram (s.d. 46,9; N = 5).



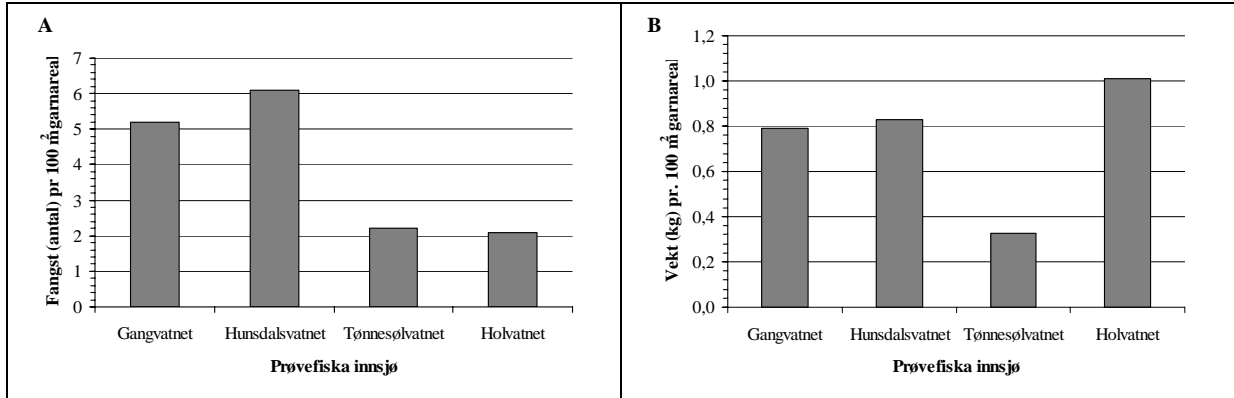
**Figur 15.** Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for aure fanga på prøvafiske i Holvatnet i september 2005.

**Tabell 8.** Oversikt over prøvetatt fisk og konsentrasjonen av aluminium (Al) og jern (Fe) i  $\mu\text{g}$  pr. gram (turrvekt prøvemateriale) på gjellene av aure fanga på prøvafiske i Holvatnet i september 2005.

Prøve nr.	Lengde, cm	Vekt, gram	Kjønn	Stad.	Feitt	Al ( $\mu\text{g}/\text{gram}$ )	Fe ( $\mu\text{g}/\text{gram}$ )
AD 776	39,1	639	1	4	3	17	160
AD 777	31,2	330	1	5	3	37	194
AD 778	32,8	390	1	5	3	11	232
AD 779	41,6	794	1	5	2	9	134
AD 780	32,2	401	1	5	3	6	115

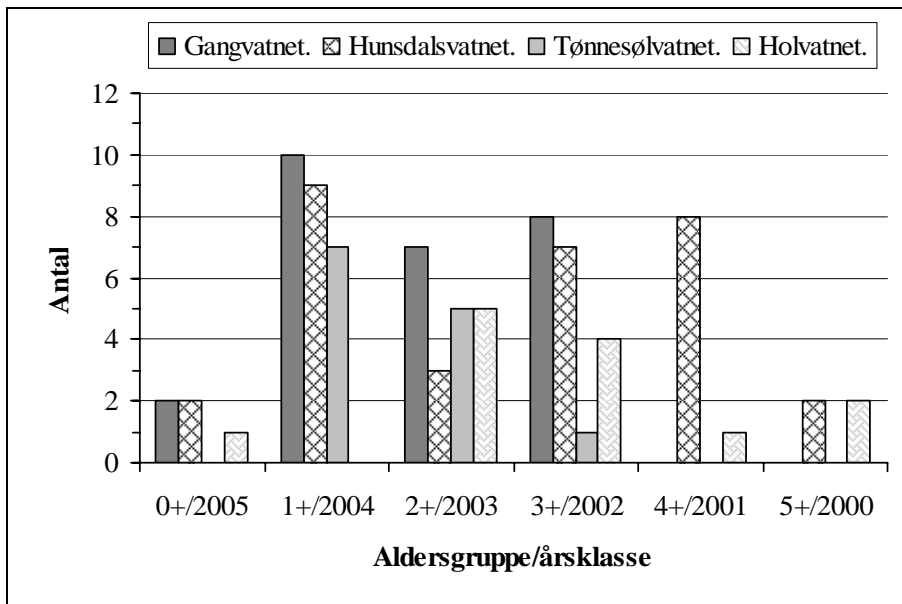
#### 4.5 Samanlikningar mellom innsjøane

Utrekna antal fisk pr. 100  $\text{m}^2$  garnareal viser at det vart fanga minst fisk i Holvatnet og Tønnesølvatnet og vesentleg meir i Gangvatnet og Hunsdalsvatnet (**Figur 16A**). Som det også framgår under den enkelte innsjø, var fangsten 5,2 aure i Gangvatnet, 6,1 i Hunsdalsvatnet, 2,2 i Tønnesølvatnet og 2,1 i Holvatnet. Når det gjeld vekt pr. 100  $\text{m}^2$  garnareal så viser det seg at det var størst vekt i Holvatnet med Hunsdalsvatnet og Gangvatnet like bak (**Figur 16B**). Langt under desse tre innsjøane kom Tønnesølvatnet. Fangst i vekt var 0,8 kg pr. 100  $\text{m}^2$  garnareal i Gangvatnet og Hunsdalsvatnet, 0,3 kg i Tønnesølvatnet og 1,0 kg i Holvatnet.

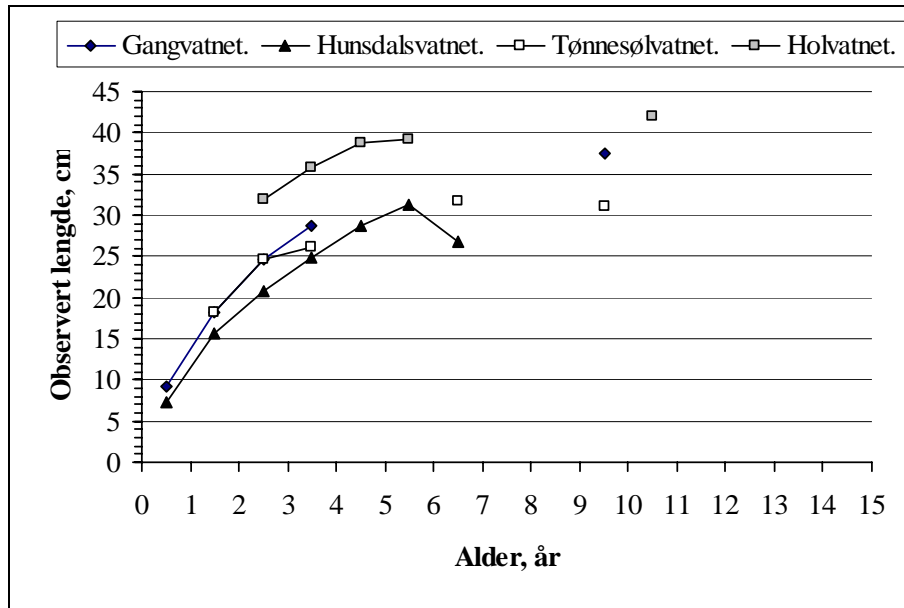


**Figur 16.** Samanlikning av antal fisk (A) og vekt i kg (B) for aure fanga pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal på prøvefiske i Gangvatnet, Hunsdalsvatnet, Tønnesølvatnet og Holvatnet i september 2005.

Ei samanlikning av aldersmønsteret i dei prøvefiska innsjøane er vist i **Figur 17**. Samanlikninga viser at det for fisk i aldersgruppene 0+ - 3+ ikkje var samsvar mellom svake eller manglande aldersgrupper i dei fire innsjøane. Å fange siste års aldersgruppe viser seg å vera relativt tilfeldig, så den kan ein sjå bort frå. Aldersmønsteret i Gangvatnet viser ganske jamnstore aldersgrupper frå 1+ til 3+. Det tydar på ei jamn rekruttering i innsjøen. Men bortsett frå ein fisk i aldersgruppe 9+, mangla det eldre fisk enn 3+. I Hunsdalsvatnet mangla aldersgruppe 2+ nesten heilt, som tilsvarar årsklasse 2003. Men her var det ei sterk aldersgruppe 4+, som tilsvarar 2001-årsklassa. Tønnesølvatnet hadde ein ung fiskebestand der mestparten av fisken tilhørde aldersgruppene 1+ og 2+. Det var også tre eldre fiskar. I Holvatnet derimot mangla aldersgruppe 1+, som tilsvarar 2004-årsklassa. Men i aldersgruppe 2+ til 3+ var det ganske "normalt" innslag av fisk. For eldre fisk enn aldersgruppe 3+ var det litt varierende styrke.

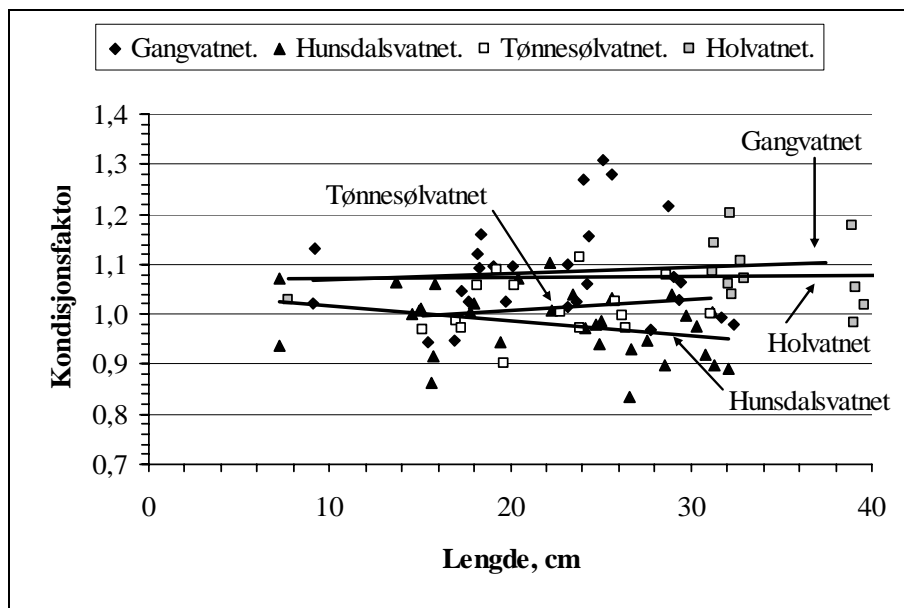


**Figur 17.** Aldersmønsteret for aure yngre enn aldersgruppe 6+ fanga på prøvefiske i Gangvatnet, Hunsdalsvatnet, Tønnesølvatnet og Holvatnet i september 2005.



**Figur 18.** Samanlikning av empirisk vekst for aure fanga på prøvafiske i Gangvatnet, Hunsdalsvatnet, Tønnesølvatnet og Holvatnet i september 2005.

Ei samanstilling av veksten for dei aktuelle innsjøane viser store forskjellar (**Figur 18**). Det som skil seg ut er den svært gode veksten i Holvatnet. Aure i aldersgruppe 2+ i Holvatnet hadde 7,4 cm betre vekst enn i Gangvatnet og Tønnesølvatnet, og 11,2 cm betre vekst enn i Hunsdalsvatnet. I Hunsdalsvatnet var det lite fisk i aldersgruppe 2+ (N = 3), men vekstkurven for auren viser eit jamt forløp. Men ei samanlikning av aure i aldersgruppe 3+ i Holvatnet (N = 4) og Hunsdalsvatnet (N = 7), viser same tendensen med ein vekstforskjell på 10,9 cm i favør av Holvatnet. Forskjellen i vekst i aldersgruppe 3+ mellom Holvatnet og Tønnesølvatnet var 9,6 cm i favør av Holvatnet.

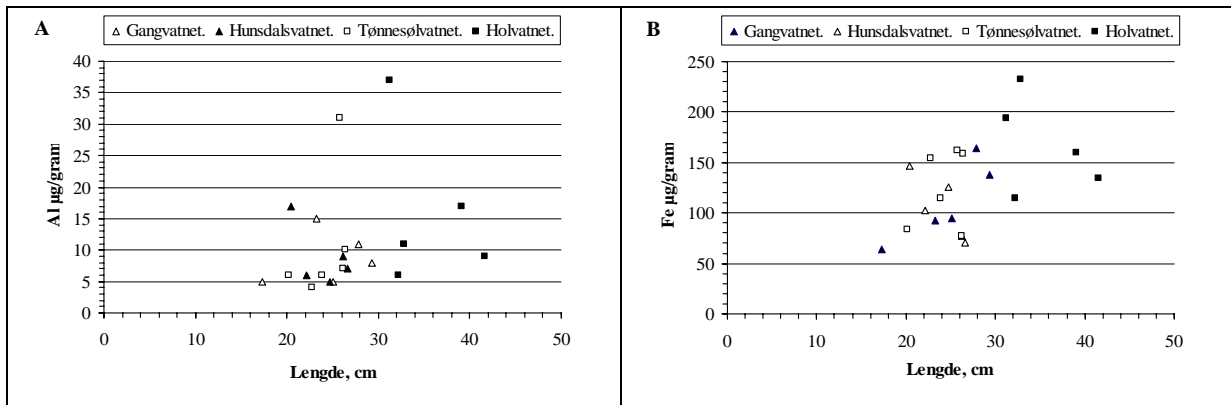


**Figur 19.** Samanlikning av kondisjonsfaktoren for aure fanga på prøvafiske i Gangvatnet, Hunsdalsvatnet, Tønnesølvatnet og Holvatnet i september 2005.

Samanlikninga av kondisjonsfaktoren i dei fire innsjøane viser at det var ganske jamlike trendliner for Gangvatnet og Holvatnet (**Figur 19**). Den dårlegaste kondisjonen var i Hunsdalsvatnet, med Tønnesølvatnet i ei mellomstilling.

Verdiane av avsett aluminium og jern på fiskegjellene var låge og godt innanfor konsentrasjonar som ikkje er forventa å påføre fisken skade. Konsentrasjonen var som forventa uavhengig av lengda på fisken (**Figur 20**).

Det var dessutan ingen vesentleg forskjellar i konsentrasjonane av aluminium og jern mellom innsjøane (**Figur 20**), og alle prøvene antyder at det vasskjemiske målet er oppnådd om hausten når prøvene er tatt. Det er ei periode der vasskvaliteten normalt er god. Prøveresultata fortel ikkje noko om vasskemi i gytebekkar eller korleis vasskvaliteten er i meir kritiske perioder av året. Konsentrasjonane av aluminium og jern antyder likevel eit grunnnivå. Dersom det skjer endringar i konsentrasjonane etter kalkingsstopp kan desse evaluerast mot dette grunnnivået.



**Figur 20.** Samanlikning av aluminiumsverdiane ( $\mu\text{gAl}/\text{gram}$  gjellevekt) (A) og jernverdiane ( $\mu\text{gFe}/\text{gram}$  turrvekt prøvemateriale) (B) på gjelleprøver av aure fanga på prøvefiske i Gangvatnet, Hunsdalsvatnet, Tønnesølvatnet og Holvatnet i september 2005.

## 5. Diskusjon

### 5.1 Forsuring og påverknad

Karl Vangsnes (pers. medd.) opplyser at han, far hans, Trygve Rusten på Froland Verk og Torgeir Wigeland bar opp noe fisk til Gangvatnet i begynnelsen av 1950-åra. Kvar fisken kom frå hugsar han ikkje, men fisken kom i nokre spesielle blekkspann. Gangvatnet var rekna for å vera fisketomt da. Truleg hadde forsuring allereie den gongen forårsaka at fisken hadde forsvunne.

I Hunsdalsvatnet skjedde det at tryta forsvann før auren. Det er ganske uvanleg på Sørlandet og heilt uvanleg i forsura område elles i landet. I 1983 registrerte Sevaldrud og Skogheim (1985) 13 slike tilfelle i Aust-Agder. Av dei tretten innsjøane hadde to pH over 5,5, og er uaktuelle i problemstillinga fordi det truleg har meir samanheng med gyteforholda. I fire andre innsjøar var pH mellom 5,00 og 5,15, og dei er ikkje eintydige. Derimot i dei siste sju innsjøane var pH mellom 4,49 og 4,88 med eit gjennomsnitt på 4,74.

### 5.2 Kalking

Kalkinga i Rorevassdraget frå midt på 1980-talet endra heilt forsuringssituasjonen frå akutt giftig tilstand til fullt ut levelege vilkår for fisken (Kroglund 1994b; Kaste og Kroglund 1994). Det er da også dokumentert svært positive tilslag på fisken i fleire innsjøar i vassdraget (bl.a. Kleiven og Håvardstun 1997; Kleiven og Barlaup 2004). Dei positive endringane i fiskebestandane i det tidsrommet kan vanskeleg forklarast med anna enn at det var ein respons på kalkinga i vassdraget.

### 5.3 Vasskjemi i forhold til gyteplassar

I dei aktuelle innsjøane er det kalka lite utanom innsjøkalkingane. Men gyteplassane ligg slik til at innsjøkalkingane kjem dei til gode i tre av dei fire innsjøane. I Gangvatnet er hovudgytinga på utløpet, og kanskje litt i sjølve innsjøen. I Hunsdalsvatnet skjer også mestparten av gytinga på utløpet, men etter opplysningar skjer det dessutan ei viss gyting i sundet mellom Hunsdalsvatnet og Hunsdalstjenna. I Tønnesølvatnet gyt auren ved Teinelavet mellom Tønnesølvatnet og Smedvatnet. Gyting skjer også i mindre omfang i den utgravde renna ut mot Holvatnet, men både omfanget og kor årvisst denne gyting er framtrer uklart.

Dessutan er det naturleg oppkommevatn i ein liten bekk frå Øvre Tønnesøl, og dette oppkommevatnet har truleg ein gunstig vasskjemi.

Lokaliseringa til mange av gyteplassane i dei aktuelle innsjøane er gunstig fordi dei hovudsakleg finst på utløpsbekkane. Det gjer at det avrennande vatnet har hatt eit innsjøopphald med dertil utjamnande vasskjemi når det renn over gyteplassane. I Rorevassdraget er det dessutan erfart at auren nå gyt på bekkar som ikkje har vore kalka (Tellef Snølø, pers. medd.).

### 5.4 Fangst pr. innsats

Etter kategorisering for *antal* fisk fanga pr 100 m<sup>2</sup> garnareal (CPUE) gjort av Forseth m.fl. (1997) kom fangsten i kategorien *låg* (kategorigrænse <2,5) i Holvatnet og Tønnesølvatnet og *middels* (kategorigrænse 5,0-7,5) både i Gangvatnet og Hunsdalsvatnet. I tilsvarande kategorisering av vekt (WPUE), kom auren i kategorien *under middels* (kategorigrænse 300-600 gram) i Tønnesølvatnet, i kategorien *middels* (kategorigrænse 600-900 gram) i Gangvatnet og Hunsdalsvatnet og i kategorien *over middels* (kategorigrænse 900-1200 gram) i Holvatnet.

## 5.5 Gangvatnet

I Gangvatnet var det ein ung bestand etter prøvofiskefangsten å dømme. Berre ein fisk var eldre enn aldersgruppe 3+. Aldersmønsteret tydar på at det er jamn rekruttering av aure der. Kondisjonsfaktoren var relativt god i Gangvatnet, men nokre av fiskane på om lag 25 cm var gytefisk som skulle ha gytt. Dei drog opp kondisjonsfaktoren noko, men så var det annan gytefisk som ikkje gjorde det. Trass i den relativt gode veksten og kondisjonsfaktoren, er det rimelegvis ein etterforholda vel stor aurebestand i Gangvatnet. Etter fangsten å dømme er det sannsynlegvis mest fisk i den vestre enden av innsjøen, i nærleiken av utløpsbekken. Aurebestanden i Gangvatnet har endra karakter frå fin fisk i tida etter kalking til ein meir småfallen fiskbestand i dag. Og det må nok tilskrивast at gyteforholda i utløpsbekken vart mykje betre etter at bekken vart reinska opp.

Som nemnt har Tellef Snøløs (pers.medd.) mistanke om innsjøgyting i Gangvatnet. Han har i lang tid hatt auren mistenkt for å kunne gyte litt i vatnet. Og auren klarte seg dessutan sjølv frå det vart slept fisk etter kalking og fram til utløpsbekken vart reinska opp. Dei fyrste åra etter kalking var det veldig fin fisk der, og mange fiska der også (Tellef Snøløs og Kristian Hørte, pers.medd.). Også Geir Kleven (pers. medd.) meiner det kan vera innsjøgyting der. Det kan vera ein av årsakene til at det er såpass jamn rekruttering i Gangvatnet.

## 5.6 Hunsdalsvatnet

I Hunsdalsvatnet var det ein relativt ung bestand etter prøvofiskefangsten å dømme. Dei fleste fiskane var yngre enn aldersgruppe 4+. Utifrå aldersmønsteret ser det ut som om 2003-årsklassa kan vera ei svak årsklasse. Det skil resultatet i Hunsdalsvatnet frå dei andre prøvofiska innsjøane, der det var eit godt innslag av 2+ fisk. Trass i nesten fråver av denne årsklassa var aldersmønsteret her, ved sida av det i Gangvatnet, det som låg nærmast ei "normalfordeling". Veksten på auren i Hunsdalsvatnet var god dei to fyrste åra. Men samanlikna med dei tre andre innsjøane var veksten i Hunsdalsvatnet den dårlegaste. Dessutan var også kondisjonsfaktoren dårlegast i Hunsdalsvatnet. I tillegg kom størst fangst pr. garninnsats. Utifrå prøvofiskematerialet har Hunsdalsvatnet ein fiskebestand som er for stor i forhold til næringsgrunnlaget.

## 5.7 Tønnesølvatnet

I Tønnesølvatnet var aurebestanden dominert av ung fisk, og innslaget av eldre fisk enn 2+ var svært ujamnt. Resultatet viser at Tønnesølvatnet er den av dei fire innsjøane som har den mest ustabile rekrutteringa, men grunnlagsmaterialet er ganske lite. Når det er sagt, må det nemnast at den ytre delen med Midtvatnet og Stemvatnet ikkje inngjekk i det området som vart prøvofiska. Og Teinelavet mellom Midtvatnet og Stemvatnet er sannsynlegvis den beste gyteplassen i heile Tønnesølvatnet. Med uttak av fisk frå denne delen av Tønnesølvatnet ville ein truleg fått ei jamnare fordeling mellom aldersgruppene. Det vart som nemnt gjort eit tynningsfiske ved Teinelavet under gytetida hausten 2003. Veksten på auren i Tønnesølvatnet var som for Gangvatnet med god vekst dei to fyrste åra, men det var lite fisk. Kondisjonsfaktoren var noko under den for Gangvatnet. Trass i at fangsten pr. garninnsats var liten, er det nok også i Tønnesølvatnet lokalt ein noko stor bestand.

## 5.8 Holvatnet

Den fine fisken som finst i Holvatnet kjem i stor grad av at det er svært begrensa med rekruttering til innsjøen. Det skuldast at det er små bekkar som er utsette for å turke ut i regnfattige somrar. Av den grunn blir det svært avgrensa tilslag på gyting og overleving, og resultatet blir få fiskar til å dele på tilgjengeleg næringsmengde i innsjøen. Aldersfordelinga frå prøvofisket viser da også eit ujamnt mønster. T.d. manglar aldersgruppe 1+ heilt i materialet. Samanliknar ein med dei andre inn-



sjøane var aldersgruppe 1+ den største i alle dei tre andre innsjøane. I Holvatnet var dessutan aldersgruppe 4+ mindre enn ein skulle forvente utifrå ein tradisjonell "normalfordeling". Og i aldersgruppe 10+ var det to fiskar, noko som kan indikere ei litt sterkare årsklasse. Men det må poengterast at materialet er lite, og av den grunn blir slutningane mindre sikre enn om ein hadde hatt fleire fisk som grunnlag.

Auren i Holvatnet er eit særstykke når det gjeld aure i dei ytre delane av Agder. Det skuldast svært begrensa gyteforhold som gjer at tilgang på ny ung fisk ikkje medfører at næringsgrunnlaget blir beita ned. Med andre ord er balansen mellom tilgang på rekruttar og næringsgrunnlaget veldig bra i Holvatnet.

## 5.9 Aluminium på fiskegjellene

Fisk i forsura vatn blir skada av metall før fisken blir skada av låg pH. For å påføre fisken ein skade må metalla bli tatt opp på gjellevevet. For metall som aluminium og jern skjer det over gjellene. Konsentrasjonar på gjellene er såleis eit mål for belastninga som fisken på prøvetakingstidspunktet er utsett for.

Det er ikkje utarbeidd nokor klassifisering av akseptable nivå for aure slik som det er gjort for laks (Kroglund og Rosseland 2004). For aure er det gjort ei klassifisering basert på forsøk i Sverige (Andrén et al. 2006). Der fann dei også at auregjeller med konsentrasjonar av aluminium lågare enn 150 µgAl/gram og jern lågare enn 300 µgFe/gram ikkje hadde nokon påviseleg skade. I same forsøket vart det påvist stammeforskjellar i akkumulering mellom ulike fiskestammer. Den mest forsuringstolerante stamma akkumulerte om lag 40% meir aluminium enn den mest forsuringstolerante stamma. Sjølv med slike variasjonar, var konsentrasjonane i Al og Fe som vart påvist i dei fire innsjøane i Rorevassdraget svært langt frå eit nivå der ein forventar skade på fisken.

## 5.10 Avslutning

Når vasskvalitet blir endra etter kvart som kalkinga blir avslutta, kan gjellealuminium nyttast som ein indikator på endringar i vasskjemien. Dersom gjellemetall aukar etter avslutta kalking, innebær det at Al og Fe ikkje blir avgifta i same grad som før. Hvis konsentrasjonane aukar med ein faktor på 10 kan det vera fare for effektar på bestandsnivå. Målingane som er utført her dannar såleis eit bakgrunnsnivå for framtidige undersøkelser.

Basert på vasskjemi frå Gangvatnet, Hunsdalsvatnet, Tønnesølvatnet og Holvatnet i 2004 og 2005 indikerar dei at ukalka tilstand i to av dei fire lokalitetane ikkje vil vera tilfredsstillande for fisken i ukalka tilstand (Kroglund 2006). Dei to som det gjeld er Holvatnet og Tønnesølvatnet.

## 6. Litteratur

- Barlaup, B.T. og Kleiven, E. 2004a. Utvikling i aurebestanden i Store Hovvatnet. S. 95-115 i: Hindar, A. (red.): Store og Lille Hovvatnet i Aust-Agder – en samlerapport etter 25 år med forsøringsundersøkelser og kalking. Direktoratet for naturforvaltning. Utredning 2004-1. 119 s.
- Barlaup, B.T. og Kleiven, E. 2004b. Studiene av fiskebestandene i Vegår. S. 38-75 i: Barlaup, B.T. (red.): Vannkjemisk og biologisk utvikling i innsjøen Vegår i Aust-Agder etter 17 år med kalking. Direktoratet for naturforvaltning. Utredning 2004-4. 76 s. + vedlegg.
- Andrén, C.M., Kroglund, F. and Teien, H.C. 2006. Controlled exposure of brown trout to humic water limed to different pH and inorganic aluminium concentrations. Verh. Int. VEREIN. Limnol. (I trykk).
- Forseth, T., Halvorsen, G.A., Ugedal, O., Fleming, I., Schartau, A.K.L., Nøst, T., Hartvigsen, R., Raddum, G., Mooij, W. og Kleiven, E. 1997. Biologisk status i kalka innsjøer. NINA Oppdragsmelding 508: 1-52.
- Helland, A. 1904. Norges land og folk. Topografisk-statistisk beskrivelse over Nedenes amt. Anden del. Byerne og herrederne. H. Aschehoug og Co. (W. Nygaard). 620 s.
- Hindar, A. 1987. Holvannet, Aust-Agder. S. 81-86 i: Hindar, A. (red.): Kalingsvirksomheten i Norge 1984-1986. Direktoratet for naturforvaltning, DN-rapport 2-1987. 100 s.
- Hindar, A. 1989. Holvannet, Aust-Agder. S. 57-58 i: Kleiven, E. (red.): Kalingsvirksomheten i Norge 1989. Direktoratet for naturforvaltning, DN-rapport 6-1989. 66 s. + vedlegg.
- Hindar, A. og Larssen, T. 2005. Metodikk for å avgjøre om og når kalking av innsjøer kan avsluttes i områder med redusert sur nedbør. NIVA-rapport, løpenr. 5029. 34 s.
- Hindar, A., Hesthagen, T. og Raddum, G.G. 1996. Undersøkelser i kalkede vann og vassdrag - innhold og omfang. Utredning for DN Nr. 1996-5. 25 s.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1918. Ferskvandsfiskenes utbredelse og indvandring i Norge med et tillæg om krebsen. Centraltrykkeriet. Kristiania. 106 s.
- Kaste, Ø. og Kroglund, F. 1995. Vannkjemi. S. 90-100 i: Romundstad, A.J. (red.). Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1993. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1995-2. 181 s.
- Kleiven, E. 1994. Fisk. S. 132-140 i: Anon. (red.). Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1992. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1994-3, 209 s.
- Kleiven, E. 1995. Fisk. S. 108-116 i: Romundstad, A.J. (red.): Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1993. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1995-2. 181 s.
- Kleiven, E. og Håvardstun, J. 1997. Fiskebiologiske effektar av kalking i 50 innsjøar. NIVA-rapport, løpenr. 3765-97. 174 s.

- Kleiven, E. og Barlaup, B.T. 2004. Fiskebestandane i Syndle og Vigelandsvatn, Aust-Agder. Frå sterkt forsuringsskade til tette bestandar etter kalking. NIVA-rapport, løpenr. 4930-2004. 38 s.
- Kleiven, E., Kroglund, F. og Matzow, D. 1989. Abboren i Store Finntjenn, Aust-Agder, før og etter kalking. Direktoratet for naturforvaltning, DN-rapport nr. 11-1989, 36 s.
- Kroglund, F. 1994a. Områdebeskrivelse. S. 98-103 i: Anonym (red.): Kalking av vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter i 1992. Direktoratet for anturforvaltning, DN-notatt 1994-3. 209 s.
- Kroglund, F. 1994b. Vannkjemisk overvåking. S. 104-115 i: Anon. (red.). Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1992. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1994-3. 209 s.
- Kroglund, F. og Rosseland, B.O. 2004. Effekter av episoder på parr og smoltkvalitet til laks. NIVA-rapport, løpenr. 4797. 45 s.
- Kroglund, F. 2006. Metode for å beregne en ”naturlig” vannkvalitet i kalka innsjøer i Aust-Agder. NIVA rapport. (I arbeid).
- Nes, E. 1968. Snøløsvannet. Sp. 2044 i: Jensen, K.W. (red.): Sportsfiskerens Leksikon 2. Gyldendal Norsk Forlag. Sp. 1377-2635.
- Sevaldrud, I.H. og Skogheim, O. 1985. Fiskestatus og vannkvalitet i Agder - 1983. Intern rapport. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Rapport fra Fiskeforskningen, 33 s.
- SFT 2002. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2001. Statlig program for foruresningsovervåking Rapport 854/2002. 133 s. + vedlegg
- Skjelkvåle, B.L., Tørseth, K., Aas, W. and Andersen, T. 2001. Decrease in acid deposition - Recovery in Norwegian waters. Water, Air, Soil, Pollut. 130: 1433-1438.
- Skov, A., Vikse, P. og Matzow, D. 1990. Kalkingsplan for Aust-Agder 1990-1993. Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvernveddelingen, rapport nr. 11-1990. 242 s.
- Storerud, K. (red.) 2003. .... Med sol over skogkledte lier ... Skog og skogbrukshistorie i Landvik. Utgitt av Landvik Historielag. 356 s.