



RAPPORT LNR 5374-2007

Pøvefiske i 2006 i samband med kalkings-slutt i fire innsjøar i Tvedestrand og Vegårshei kommuner, Aust-Agder



Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 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

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Midt-Norge

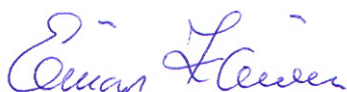
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 73 54 63 85
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Prøvefiske i 2006 i samband med kalkingslutt i fire innsjøer i Tvedestrand og Vegårshei kommuner, Aust-Agder	Løpenr. (for bestilling) 5374-2007	Dato 15.03.2007
	Prosjektnr. Undernr. O-26301	Sider Pris 32
Forfatter(e) Einar Kleiven Mette C. Lie Jarle Håvardstun Frode Kroglund	Fagområde Kalking	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

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

<p>Sammendrag</p> <p>Røyvatn og Østeråvatnet i Tvedestrand og Vålevatn og Ufsvatn i Vegårshei vart prøvefiska hausten 2006 i samband med forsøksvis stopp i kalkinga. Innsjøane var forsura (pH ca. 5,10-5,35 før kalking), og fisken var markert påverka. Kalking har pågått frå 1995 (Røyvatn/Østeråvatnet) og 1992 (Vålevatn/Ufsvatn). Prøvefiske med Nordiske garn gav ein fangst i antal pr. 100 m² garnareal som er låg til middels med unntak for tryta i Vålevatn. <u>Røyvatn</u>: Det vart fanga berre tre aure, som hadde delvis uvanleg god vekst og god kondisjon på 1,12. Brukbar fangst av røye, deriblant ei på 54,5 cm/1,845 gram. God startvekst med moderat kondisjon på 1,01. <u>Østeråvatnet</u>: God fangst av aure, som hadde svært bra vekst og god kondisjon på 1,11. Bra fangst av røye, som hadde bra vekst opp til ca. 23 cm fiskelengde. Dårlig kondisjon på 0,87. <u>Vålevatn</u>: Det vart berre fanga to aure, som hadde svært bra vekst. Moderat kondisjon på 1,00. Det var stor fangst av tryte, som hadde god startvekst, men stagnerte fort. Relativt dårleg kondisjon på 0,97. <u>Ufsvatn</u>: God fangst av aure, som hadde bra startvekst, men stagnasjon. Kondisjon såpass dårleg som 0,94. God fangst av tryte, som hadde uvanleg god startvekst, men stagnerte fort. Kondisjon på relativt brukbare 1,08. Liten fangst av bekkerøye. Moderat startvekst, for deretter å stagnere. Kondisjon på relativt dårlege 0,91. Aluminiumsverdiane på fiskegjellene var gjennomgåande svært låge. For å få skade på fiskegjellene må det minst skje ei tidobling av aluminiumsverdiane. Jernverdiane var normale til litt over det normale. Vi foreslår eit nytt prøvefiske om to år i Røyvatn og Østeråvatnet for å sjå om tilstanden for fisken fortsatt er tilfredsstillande etter kalkingslutt. Det gjeld særleg med tanke på røya, fordi ho er særleg sårbar for forsuring.</p>
--

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



Prosjektleder



Forskningsleder



Fag- og markedsdirektør

**Prøvefiske i 2006 i samband med kalkingslutt i fire
innsjøar i Tvedestrand og Vegårshei kommuner,
Aust-Agder**

Forord

Etter oppdrag frå Fylkesmannen i Aust-Agder vart det hausten 2006 prøvefiska i fire innsjøar i samband med forsøksvis kalkingsstopp i Aust-Agder. Dei utvalde innsjøane for prøvefiske i 2006 var Østeråvatnet og Røyvatn i Tvedestrand kommune, og Vålevatn og Ufsvatn i Vegårshei kommune. Arbeidet er ei vidareføring av tilsvarande opplegg som vart gjennomført i fire andre innsjøar i 2005.

Vi vil få takke Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Aust-Agder for å ha finansiert prosjektet. Takk til Dag Matzow for kommentarar til rapporten. Guro Holte og Tove Loftaas ved UMB (Universitetet for miljø- og biovitenskap) på Ås blir takka for analyser av aluminium og jern på fiskegjellene. Dessutan vil vi få takke grunneigarane for lokale opplysningar og for lån av bomnøkkel.

Grimstad, 15. marsr 2007

Einar Kleiven

Innhold

Samandrag	5
1. Innleiing	7
2. Omtale av vassdraget og innsjøane	8
2.1 Østeråvassdraget	8
2.2 Ufsvassdraget	9
2.3 Forsuring og påverknad på fisken	12
2.4 Kalking	13
2.5 Fiskekultivering og tidlegare prøvefiske	14
3. Metodikk	16
3.1 Fangstmetodikk	16
3.2 Registrering og analyser	16
4. Resultat og diskusjon	17
4.1 Røyvatn	17
4.1.1 Fangst	17
4.1.2 Aure	17
4.1.3 Røye	18
4.2 Østeråvatnet	19
4.2.1 Fangst	19
4.2.2 Aure	19
4.2.3 Røye	21
4.3 Vålevatn	21
4.3.1 Fangst	21
4.3.2 Aure	23
4.3.3 Tryte	23
4.4 Ufsvatn	23
4.4.1 Fangst	23
4.4.2 Aure	24
4.4.3 Tryte	24
4.4.4 Bekkerøye	26
4.5 Aluminium og jern på fiskegjellene	27
4.6 Samanlikning av veksten	28
4.7 Samanlikning av kondisjonen	29
4.8 Røya	29
4.9 Nye prøvefiske	30
5. Litteratur	31

Samandrag

Røyvatn og Østeråvatnet i Tvedestrand kommune og Vålevatn og Ufsvatn i Vegårshei kommune vart prøvafiska hausten 2006 i samband med forsøksvis stopp i innsjøkalkinga. Røyvatn og Østeråvatnet ligg i eit kystnært vassdrag som var moderat forsura (pH ca. 5,1). Vålevatn og Ufsvatn er innlandsvatn med gunstigare kjemi (Ufsvatn pH 5,35).

I Røyvatn var auren og røya rapportert forsvunne før kalking, og nedgang for aure og røye var rapportert for Østeråvatnet. Innsjøkalking har vore gjennomført frå 1995 i Røyvatn/ Østeråvatnet og frå 1992 i Vålevatn/Ufsvatn. Kalkingsmengdene har gradvis vorte reduserte. Prøvefiske med Nordiske garn gav følgjande fangst i antal og vekt pr. 100 m² garnareal:

Røyvatn:	0,44 aure/0,31 kg	1,33 røye/0,52 kg
Østeråvatnet:	5,25 aure/0,58 kg	2,83 røye/0,23 kg
Vålevatn:	0,34 aure/0,12 kg	58,6 tryter/2,66 kg
Ufsvatn:	5,73 aure/0,41 kg	9,5 tryter/0,61 kg

Verdiane for fangst pr. innsats var gjennomgåande *låg* til *middels*, men for tryta i Vålevatn var verdiane *over middels* i antal og *høg* i vekt.

Røyvatn: Aure (N = 3). Lengder 25,0-45,8 cm. Alder 2+, 4+ og 7+. Delvis uvanleg god vekst. Gjennomsnittkondisjonen var på 1,12. Aluminiumsverdien på gjellene til ein aure var låg, 4 µg Al/gram turrvekt prøvemateriale. Det var ein moderat verdi av jern med 172 µg Fe/gram turrvekt. Røye (N = 9). Lengder 10,2-36,0 cm og ei stor røye på 54,5 cm (1,845 kg). Alder 0+, 2+ - 6+ og ei som truleg var 17+. Det var ein yngel med svært god vekst. Veksten vidare var ganske moderat, talgrunnlaget er svært lite. Snittkondisjon på 1,01. Litt stigande kondisjon for aukande fiskelengde. Aluminiumsverdiane på gjellene var i snitt 4,33 µg Al/gram turrvekt prøvemateriale (s.d. 3,21; N = 3). Det er svært låge verdier. Konsentrasjonen av jern var i snittet 303,6 µg Fe/gram (s.d. = 122,9; N = 5), som ligg innanfor normalen for denne type innsjø med lite humus.

Østeråvatnet: Aure (N = 26). Lengder 15,0 - 30,4 cm. Alder 1+ - 4+, der det var flest fisk i aldersgruppe 1+. Veldig bra vekst på ungfisken og vidare uthaldande vekst opp mot 30 cm. God snittkondisjon på 1,11, men avtak i kondisjonen med aukande fiskelengder. Aluminiumsverdiane på gjellene var i snitt 8,5 µg Al/gram turrvekt prøvemateriale (s.d. 2,52; N = 4). Det er svært låge verdier. Snittet for jern på gjellene var 332,2 µg Fe/gram (s.d. = 79,5; N = 4). Det ligg innanfor normalen i denne type innsjø med litt humus. Røye (N = 14). Lengder 14,9-26,7 cm. Alder 2+ - 6+, med flest fisk i aldersgruppe 2+. Bra vekst på røya opp til ca. 23 cm fiskelengde. Stor variasjon i kondisjonen, men så dårleg snittkondisjon som 0,87 og avtakande kondisjon med aukande fiskelengde. Aluminiumsverdiane på gjellene var i snitt 34,4 µg Al/gram turrvekt prøvemateriale (s.d. 18,38; N = 5). Det er låge verdier. Snittet på jern på gjellene var 422,8 µg Fe/gram (s.d. = 106,2; N = 5), som er litt over det normale for denne type innsjø med litt humus.

Vålevatn: Aure (N = 2). Lengder på 32,0 og 33,9 cm. Alder 4+ og 5+. Ganske god vekst. Varierende kondisjonsfaktor på 0,96 og 1,04 med eit gjennomsnitt på 1,00. Tryte (N = 343). Lengder 8,0-24,2 cm. Alder 0+ -7+, 9+-10+ og 15+. Usedvanleg god vekst på ungfisken, men svært raskt avtak i veksten og stagnasjon ved 20 cm. Stor variasjon i kondisjonen med snitt på moderate 0,97. I Vålevatn vart det ikkje tatt gjelleprøver.

Ufsvatn: Aure (N = 49). Lengder 9,2 - 29,3 cm og ein på 38,0 cm. Alder 1+ - 8+, der det var flest fisk i aldersgruppene 2+ og 1+. Moderat vekst dei to fyrste åra, med noko mindre vekst dei neste åra med ein stagnasjon ved om lag 25 cm. Ganske stor variasjon i kondisjonen med eit snitt på moderate 0,94. Aluminiumsverdiane på gjellene var i snitt 19,75 µg Al/gram turrvekt prøvemateriale (s.d. 27,6; N = 4). Snittet for jern på gjellene var 291 µg Fe/gram (s.d. = 108,0; N = 5). Det ligg innanfor normen for den type innsjø med litt humus. Tryte (N = 81). Lengder 7,5 - 28,1 cm. Alder 0+ - 7+ der aldersgruppe 3+ var den mest talrike. Relativt store variasjonar i kondisjonen, og to fiskar hadde dessutan veldig høge kondisjonsverdier. Gjennomsnittleg kondisjon 0,91.

Aluminiumsverdiane på gjellene var i snitt 9,6 µg Al/gram turrvekt prøvemateriale (s.d. 4,62; N = 5). Snittet for jern på gjellene var på 185,0 µg Fe/gram (s.d. = 35,0; N = 5). Det er godt innanfor normalen. Bekkerøye (N = 5). Lengder 14,1-18,0 cm. Alder 1+ - 3+. Veksten var moderat i starten, men deretter dårleg. Kondisjon på moderate 0,91. Aluminiumsverdiane på gjellene var i snitt 9,0 µg Al/gram turrvekt prøvemateriale (s.d. 2,83; N = 2). Det er svært låge verdiar. Snittet for jern på gjellene var 388,5 µg Fe/gram (s.d. = 50,2; N = 2). Verdien ligg i øvre sjiktet for normalverdiar i denne type innsjø med litt humus.

På bakgrunn av dei observerte aluminiumsverdiane, må det minst ei tidobling til for at det skal opptre gjelleskader på fisken i dei undersøkte innsjøane. Jernverdiane var normale eller litt over det normale i den type innsjøar med normale til litt over normale verdiar for humus. Det ser ut til at mengde jern på fiskegjellene kan vera noko avhengig av fiskearten.

Vi foreslår at det blir gjennomført eit nytt prøvefiske om to år i Røyvatn og Østeråvatnet for å sjå om tilstanden for fisken fortsatt er tilfredsstillande for fisken etter kalkingsslutt. Det gjeld særleg med tanke på røya, fordi ho er særleg sårbar for forsurening.

1. Innleiing

Bakgrunn

Vassdragskalking har vore ein stor aktivitet i ulike forsura vassdrag på Sørlandet frå tidleg på 1980-talet (bl.a. 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 & Håvardstun 1997; Kleiven 1998; Barlaup & 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 rekne ut "ukalka" kalsium og ANC for kalka innsjøar (Hindar & 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. 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 aluminium og jern på fiskegjellene ved seinare prøvefiske.

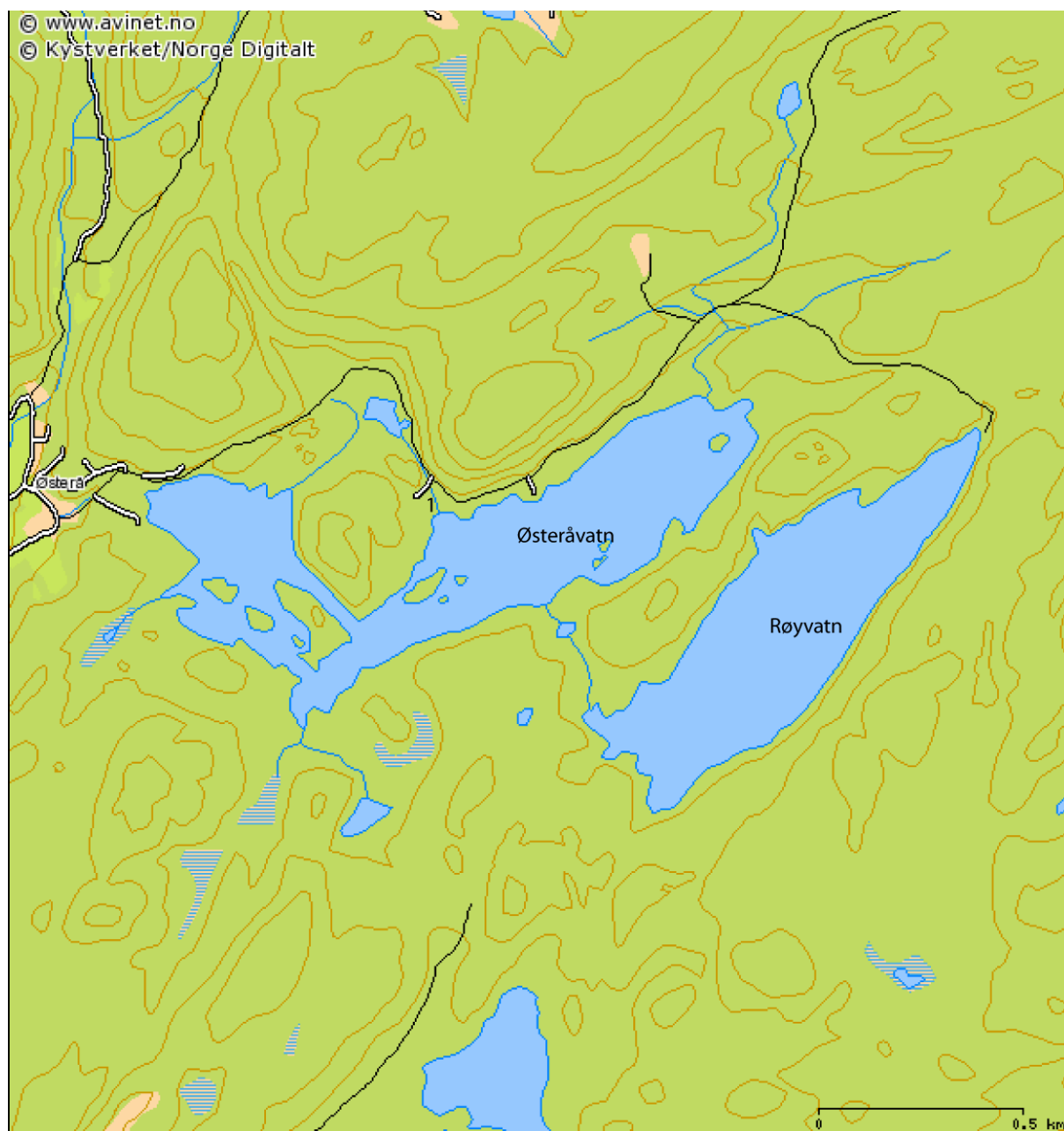
Aktuelle innsjøar for stopp i kalkinga er der lokale interessentar ønskjer å kutte ut kalkinga eller der det ligg meir fiskefaglege vurderingar til grunn. Det er av interesse at ulike innsjøtyper og ulike fiskesamfunn inngår i opplegget. Primært burde innsjøane ha hatt minst eitt prøvefiske tidlegare, men det er ikkje noko krav. Opplegget med dette prøvefisket i 2006 er ei vidareføring av det arbeidet som vart gjort i fire innsjøar i Rorevassdraget i 2005 (Kleiven m.fl. 2006).

2. Omtale av vassdraget og 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**). Innsjønamna er som i nve-no.

2.1 Østeråvassdraget

I Østeråvassdraget er det prøvefiska i Røyvatn og Østeråvatnet. Båe innsjøane ligg i Tvedestrand kommune og er relativt kystnære.



Figur 1. Kart over Røyvatn og Østeråvatnet i Tvedestrand. Talet 1 viser den omtala gytebekken.

Røyvatn ligg 55 moh. øvst i Østeråvassdraget (**Figur 1**). Innsjøen er langstrakt og ligg i eit småkupert terreng. Innsjøen er 90 m djup (Adolf Aadnesen, pers. medd.). Nedbørfeltet er dekt av skog, barskog med innslag av lauvtre. Det er ein liten bekk som renn ned i øvre enden av innsjøen. Bekken er liten og har lett for å turke ut sommarstid. Det er observert stor aure på bekken i gytetida (Jan Werner Monrad, pers. medd.). Det er planar om å få utsprengt ein kulp i bekken for yngelen (Adolf Aadnesen, pers. medd.). Ein slik kulp må vera ganske djup for å tene formålet. Tiltaket er søknadspliktig til Fylkesmannens miljøvernaving (Dag Matzow, pers. medd.). Røyvatn er stemt vel 1 m med ein betongdemning. Det er gjort fordi innsjøen er reservedrikkevatt til Tvedestrand kommune (Adolf Aadnesen, pers. medd.). Betongdammen hindrar oppgang av fisk. Bekken frå Røyvatn renn ned i Østeråvatnet.

Fiskeartane i Røyvatn er aure og røye. Røya var svært fåtallig før kalking kom i gang. På 1790-talet var det strid om fiske i Røyvatn (Aadnesen 1995), noko som tydar på at det hadde ei viss betydning trass i at det ligg sjønært.

Østeråvatnet ligg 46 moh. nedanfor Røyvatn (**Figur 1**). Sjøelve hovudbassenget er langstrakt, og i tillegg er det eit basseng mot utløpet. Det er fleire øyer i Østeråvatnet, med ei litt større mellom dei to delane av innsjøen. Østeråvatnet ligg i eit småkupert terreng. Innsjøen er grunn og er knapt 20 m djup (Adolf Aadnesen, pers. medd.). Nedbørfeltet er dekt av skog, barskog med innslag av lauvtre. Vatn frå innsjøen er brukt til drikkevatt. Midt på nordsida av innsjøen renn det ned ein liten bekk gjennom ei tjenn. Auren går opp bekken og gjennom tjenna og vidare oppover i dalsøkket der han gyt. (Adolf Aadnesen, pers. medd.). Det er tre andre, mindre bekkar som ikkje er eigna som gytebekkar. I bekken frå Røyvatn kan auren derimot gyte.

Fiskeartane i Østeråvatnet er aure og røye.

2.2 Ufsvassdraget

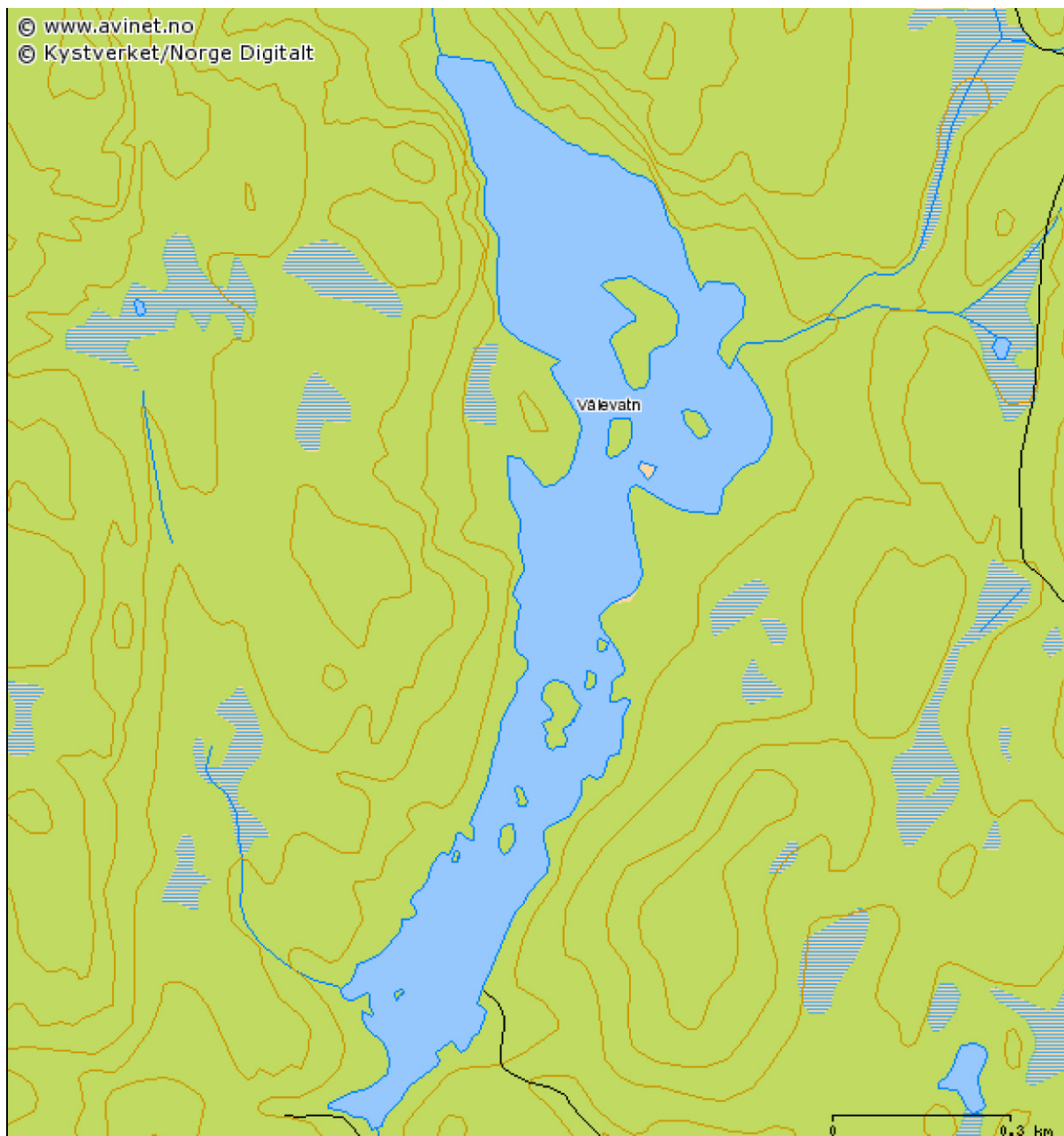
Vålevatn og Ufsvatn ligg vest i Vegårhei kommune på grensa mot Åmli. Området er ganske vekslende kupert med Hovdefjell (524 moh.) som den høgaste og mest markerte toppen i området.

Vålevatn ligg 226 moh. nordvest for Ufsvatn (**Figur 2**). Innsjøen er langstrakt med ei ganske uregelmessig strandline og med eit par øyer ved full vasstand. Området rundt er kupert, særleg i den øvre delen av innsjøen. Høgaste knuten i nedbørfeltet er Persmyrknuten på 388 moh. Vålevatn er stort sett grunt, med unntak av bassenget i øvre delen. Frå nord renn det inn ein bekk og dessutan ein på austsida, men dei er dårlege til nærmast ubrukelege som gytebekkar. Ved utløpet er det ein steinstem som har vore brukt i samband med fløytinga, og som fortsatt er i bruk. Dessutan er det nedanfor stemmen svaberg og fall som er til hinder for eventuell oppgang av fisk.

Fiskeartane i Vålevatn er litt aure og tryte. Tryta dominerar heilt i innsjøen. I tillegg skal det vera ein tunn bestand av ål i innsjøen (Fiskeregisteret til Fylkesmannen i Aust-Agder).

Under prøvofiskinga var Vålevatn litt "nedtappa" som særleg syntes i nordaust.

Ufsvatn ligg 174 moh. nordaust for Nelaug (**Figur 3**). Det er ein ganske firkanta innsjø med ein lang kile i nordvest. Avrenninga skjer gjennom bekken i nord, Ufsvasselva. Ufsvatn har vore fløytingsregulert, og restane av ein høg steinstem står att. Nedbørfeltet til Ufsvatn ligg nesten berre sør og aust for innsjøen. I sør strekkjer nedbørfeltet seg til Hovdefjell (524 moh.). I aust går det til Lindtjønnheia (437 moh.) med Lindtjønnene (387 moh.) og Ulskollen (359 moh.). Ufsvassbekken denerar området med tilrenning frå fleire mindre bekkar. Like sør for Ufsvatn ligg Øvre Eikåstjønn (215 moh.), som drenerar ned i Ufsvatn.

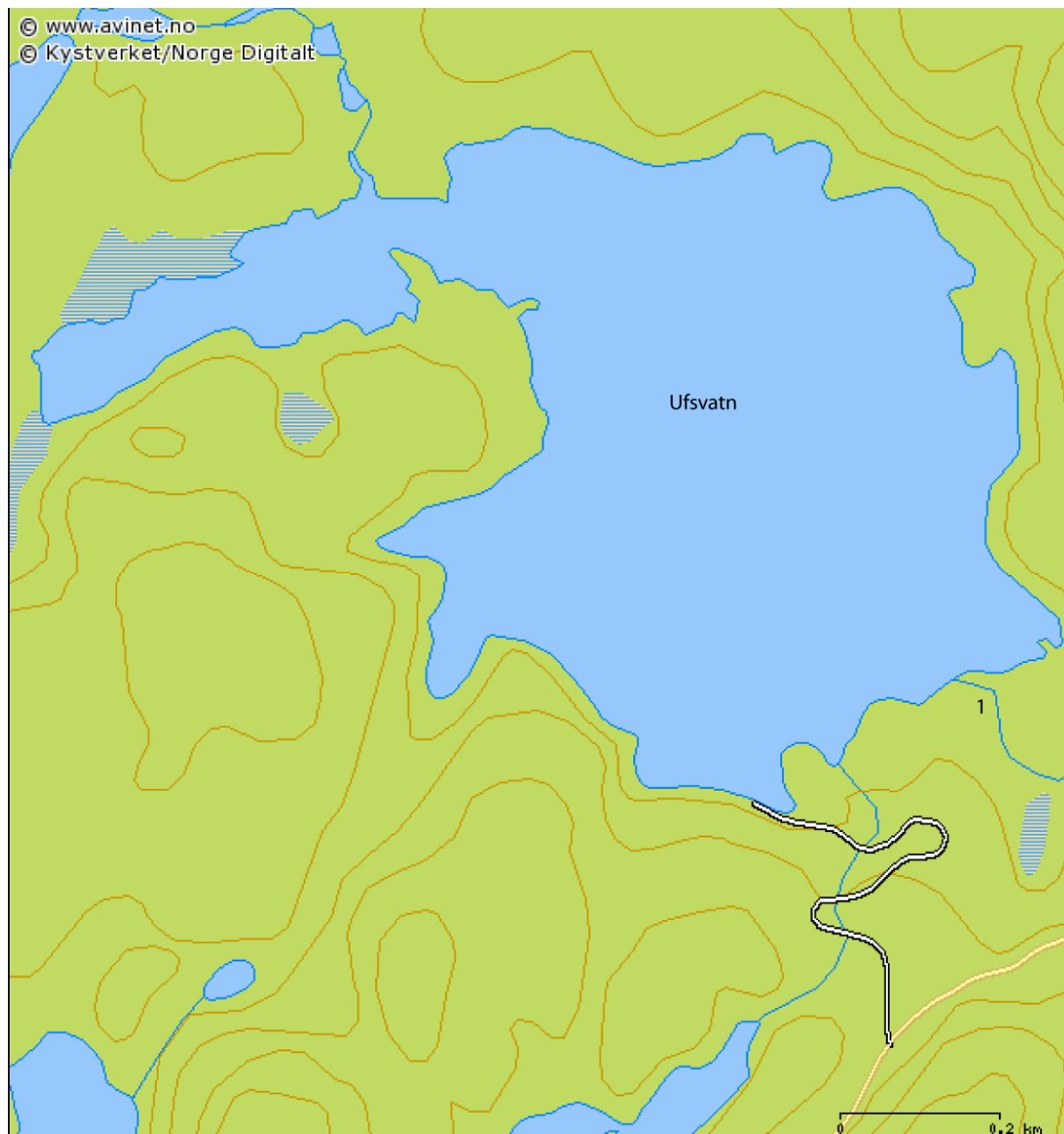


Figur 2. Kart over Vålevatn i Vegårshei.

Ufsvatn ligg i forkastningssona gjennom Nelaug og Vegår (Skov m.fl. 1990). I området er det innslag av biotitt og amfibolitt, som ser ut til å ha ein gunstig innverknad på vasskvaliteteten (**Tabell 2**; jf. nærmare omtale under kapittel 2.3).

Fiskeartane i Ufsvatn er aure, tryte og enkelte bekkerøyer. I tillegg skal det vera ein tunn bestand av ål i innsjøen (Fiskeregisteret til Fylkesmannen i Aust-Agder).

Auren i Ufsvatn gyt hovudsakleg på Ufvassbekken, og fisken går heilt inn til den gamle saga der det stig opp mot Stavheia (Severin Nerdalen, pers. medd.).



Figur 3. Kart over Ufsvatn i Vegårshei. Talet 1 viser innløpet av Ufsvassbekken.

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

Innsjø	Innsjø-nummer	Vassdrags-nummer	Høgde over havet	Areal innsjø, km ²
Røyvatn	9947	018.62B	55	0,29
Østeråvatnet	9941	018.62B	46	0,39
Vålevatn	9200	019.C3	226	0,37
Ufsvatn	9337	019.C3	174	0,52

Tabell 2. Vasskjemi i dei undersøkte lokalitetane før kalking, i tillegg til tre mindre lokalitetar ved Ufsvatn (Etter Sevaldrud & Skogheim 1985 og Fiskeregisteret til Fylkesmannen i Aust-Agder¹).

Innsjø	Dato	pH	Ca	LAI	Fargetal
Røyvatn	13.10.1983	5,09	1,24	132	1
Østeråvatnet	13.10.1983	5,08	1,69	137	12
Vålevatn ¹	09.06.1977	4,95			
Ufsvatn ¹	09.06.1977	4,90			11
Ufsvatn	09.10.1983	5,35	1,82	74	
Ø. Eikåstjenn	09.10.1983	6,07	2,91	5	
V. Eikåstjenn	09.10.1983	5,78	2,06	20	
Mjåvatn	09.10.1983	5,17	1,68	35	

Tabell 3. Opplysningar om fiskeart(ar), fiskestatus og kalkingsstart. Opplysningane er henta frå Fiskeregisteret til Fylkesmannen i Aust-Agder og lokale informantar.

Innsjø	Fiskeart(ar) før kalking	Fiskestatus før kalking 1975/1992	Kalking frå	Fiskestatus i dag
Røyvatn	Aure	Naturleg tunn> 1975, avtatt>1983, utdødd>1992	1995	Svært liten aurebestand
	Røye	Utdødd>1992		Liten røyebestand
Østeråvatnet	Aure	Naturleg tunn> 1975, avtatt>1983	1995	Fin aurebestand
	Røye	Naturleg tunn>/ avtatt>1983		Fin røyebestand
Vålevatn	Aure	Naturleg tunn> 1975/1992	1992	Liten aurebestand
	Tryte	God> 1975,1992		Overbefolka trytebestand
Ufsvatn	Aure	God, uendra> 1973, 1983, 1992	1992	God aurebestand
	Tryte	God, uendra 1975, 1983, 1992 ¹⁾		Middels trytebestand

¹⁾I 1992 står det oppført både uendra og naturleg tunn (Fiskeregisteret til Fylkesmannen i Aust-Agder).

2.3 Forsuring og påverknad på fisken

I både i Røyvatn og Østeråvatnet viser nokre pH-målingar i 1975 og på 1980-talet verdiar litt i overkant av 5,0 (**Tabell 2, Figur 4A,B**). Kalsiumkonsentrasjonen i mg/liter i oktober 1983 var 1,24 i Røyvatn og 1,69 i Østeråvatnet. Konsentrasjonen var med andre ord vesentleg høgare i Østeråvatnet.

Både Vålevatn og Ufsvatn hadde ein pH-verdi i underkant av 5,0 i 1977 (**Tabell 2, Figur 4 C,D**). I baa innsjøane var det prøver som var tatt så seint som 9. juni. Ufsvatn vart prøvetatt også i 1983 og 1986, baa åra fyrst i oktober. Dei viser pH-verdiar på 5,35 og 5,56. Kalsiumkonsentrasjonen i mg/liter i oktober 1983 viser ein såpass god verdi som 1,82. For Vålevatn finst det ingen kalsiumverdiar frå 1980-talet i reknearket med kjemidata frå Fylkesmannens miljøvernaveiding.

Som nemnt i kapittel 2.2 ser innslaget av biotitt og amfibolitt ut til å ha ein gunstig innverknad på vasskvaliteteten i området. Det er særleg merkbar i Østre Eikåstjenn der pH var 6,07 den 9.10.1983, kalsium var 2,91 mg Ca/l og labilt aluminium 5 µg Al/l (**Tabell 2**). Det var samtidig også

gode til brukbare pH-verdiar i Vestre Eikåstjenn (pH 5,78) og Mjåvatn (5,17). Både desse lokalitetane ligg litt vestafor Østre Eikåstjenn.

Set ein den låge pH-verdien på 5,0 frå Ufsvatn i 1977 inn i samanhengen over, er det ikkje usannsynleg at kjemiverdiane i 1983 og 1986 viser meir realistiske verdiar. Det er lagt til grunn her (jf. kapittel 4.9).

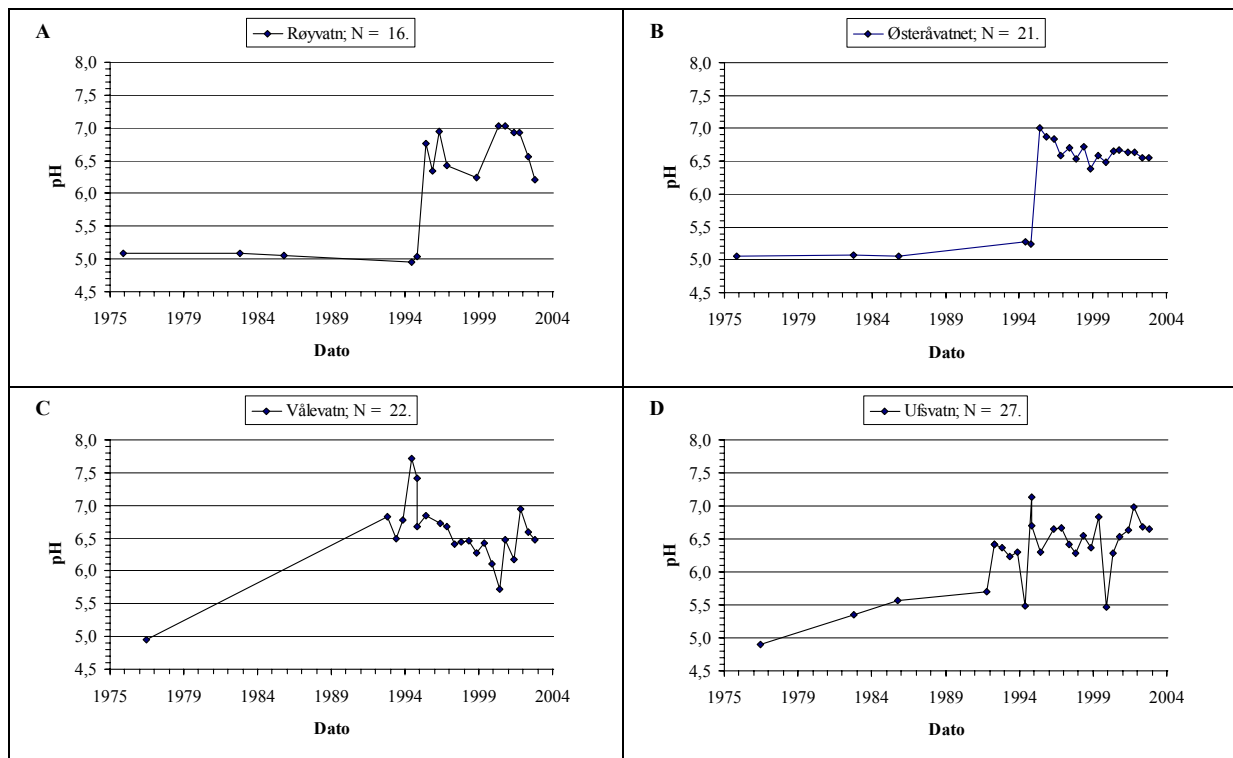
Av dei prøvefiska innsjøane synest det som om fisken i Røyvatn har vore hardast ramma av forsuring (**Tabell 3**). Der var både auren og røya rapportert utdødd i 1992. Røya har vist seg å vera svært sårbar for forsuring, og ser ut til å vera den fiskearten som går ut fyrst i forsura innsjøar på Sørlandet (Andersen m.fl. 1984; Sevaldrud & Skogheim 1985; Kleiven m.fl. 1990). Forsuring er dessutan den største enkeltfaktoren for den tilbakegangen av røye som er registrert på landsbasis etter krigen (Hesthagen & Sandlund 1995).

Også i Østeråvatnet vart det rapportert at forsuring hadde påverka båe fiskeartane (**Tabell 3**). Men i Østeråvatnet overlevde både auren og røya forsuringa (Adolf Aadnesen, pers. medd.).

2.4 Kalking

I Røyvatn og Østeråvatnet vart innsjøkalking utført fyrste gongen i 1995 (**Figur 5**). Det vart da brukt 127 tonn i Røyvatn og 101 tonn i Østeråvatnet. Seinare har det vore kalka berre ein gong i dei to innsjøane, og det var i 2000.

Etter fyrste gongs kalking steig pH raskt til 6,76 i Røyvatn og til 7,01 i Østeråvatnet (**Figur 4A,B**). Fram til 2004 har det stort sett vore ein pH på over 6,5 i dei to innsjøane.



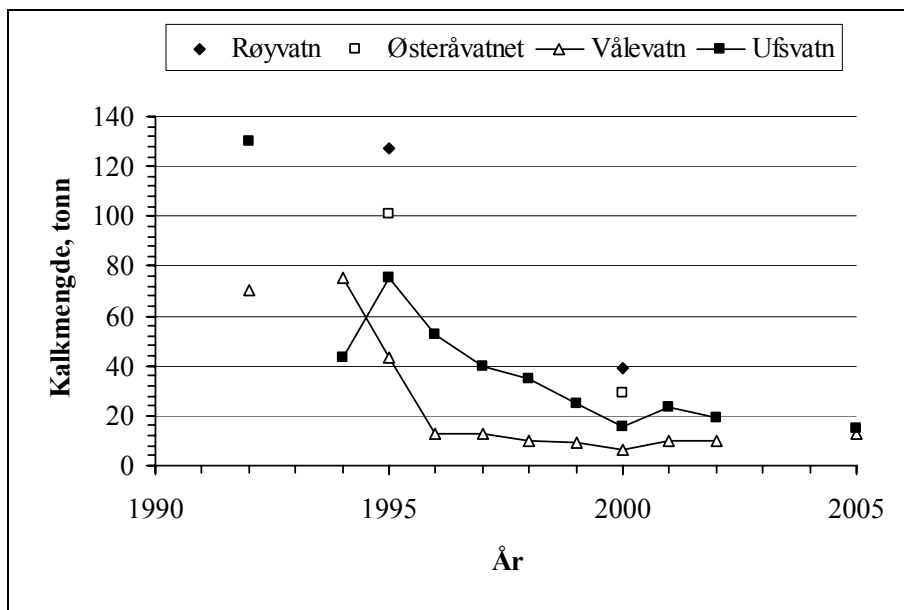
Figur 4. Oversikt over pH i Røyvatn (A), Østeråvatnet (B), Vålevatn (C) og Ufsvatn (D). (Data omarbeidd frå database til Fylkesmannen miljøvernnavdeling).

I Vålevatn og Ufsvatn kom innsjøkalking i gang i 1992 (**Figur 5**). Da vart det brukt 130 tonn i Ufsvatn og 70 tonn i Vålevatn. Bortsett frå 1993 er bae innsjøane seinare kalka kvart år fram til 2002. Dessutan vart dei kalka i 2005.

Bekkekalking foregår i Ufsvassbekken ved at det blir tippa mergel i bekken ved behov (Severin Nerdalen, pers. medd.).

For Vålevatn er det i Fylkesmannens database berre ei pH-måling før kalking (**Figur 4C**). Med innsjøkalking steig pH til 6,82 og har deretter variert ein god del. Bortsett frå eitt dropp ned på pH 5,72 våren 2001, har pH halde seg over 6,0 fram til 2004. I Ufsvatn viser målingane noko høgare verdiar før kalking, men med kalkinga steig pH til 6,41 (**Figur 4D**). Bortsett frå to dropp, eit i mai 1999 på 5,49 og eit i november 2000 på 5,46, har pH halde seg over 6,2 fram til 2004.

Som det framgår av **Figur 5**, har det skjedd ein svært markert nedgang i kalkmengdene som er brukt til innsjøkalking. Det gjeld for alle dei fire innsjøane. Det er same trenden som for dei fire innsjøane i Rorevassdraget som vart prøvafiska i 2005 (Kleiven m.fl. 2006).



Figur 5. Antal tonn kalk brukt ved båtalking i Røyvatn, Østeråvatnet, Vålevatn og Ufsvatn frå kalkingsstart i 1992/1995 til avslutta kalking i 2000 og 2005 (Data omarbeidd frå Fylkesmannen i Aust-Agder).

2.5 Fiskekultivering og tidlegare prøvafiske

I samband med at innsjøane på Sørlandet vart meir og meir forsura, vart det slept bekkerøye i mange lokalitetar i landsdelen (Qvenild 1986; Kleiven 1995). Det vart det også gjort i Østeråvatnet (Adolf Aadnesen i svarskjema av 9.05.1990 om bekkerøya i Aust-Agder). Den 21.08.1981 vart det kjøpt inn 800 settefisk frå Are Tveit i Tovdal, som vart slept i innsjøen. Bekkerøya har ikkje vore observert i innsjøen sidan 1986. Det er overført aure og røye frå Østeråvatnet til Røyvatn (Asbjørn Aanonsen, pers. medd.).

Røyvatn er tidlegare prøvafiska av NINA (ca. 1992), men det er ikkje rapportert fordi det vart fanga berre ei røye som var 12 år (Trygve Hesthagen, pers. medd.).

I og med at det er manglande gyteforhold for auren i Vålevatn, har Torgeir Selås (pers. medd.) slept aure i innsjøen. Han har delvis fanga småaure på Ufsvassbekken til formålet.

I Eikåstjønna sør for Ufsvatn er det slept bekkerøye for meir enn 15 år sidan (Severin Nerdalen, pers. medd.). Frå Eikåstjønna har ho slept seg ned i Ufsvatn, og der "finst alle størrelser" av ho. Men kvaliteten er dårleg, og dei er lite begeistra for å ha fått bekkerøye i Ufsvatn.

Både Vålevatn og Ufsvatn har vore stemt opp og ned for å dempe rekrutteringa av tryta (Severin Nerdalen, pers. medd.).

3. Metodikk

3.1 Fangstmetodikk

Prøvefisket i dei to innsjøane i Østeråvassdraget og dei to i Ufsvatnvassdraget 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 blir fiska stratifisert ved at garna blir sette systematisk på ulike djup utifrå innsjøareal og innsjødjup. Av kostnadmessige grunnar er garninnsatsen redusert til 50% av skissert standard innsats. Det vart brukt 15 garn i Røyvatn, 11 i Østeråvatnet, 13 i Vålevatn og 19 i Ufsvatn.

3.2 Registrering og analyser

Det er registrert lengde, vekt, kjønn, kjønnsmodning, kjøtfarge (på aure og røye) og innvollsfeitt på fisken. Det er vidare tatt øyresteinar og skjell på auren og gjellelokk og øyresteinar (otolittar) på mesteparten av tryta. Øyresteinane vart tatt i større omfang enn vanleg pga. at det visuelle inntrykket av trytefangsten i Vålevatn tyda på dårleg vekst.

Aldersbestemming er hovudsakleg gjort på øyresteinar når det gjeld auren. Skjell er brukt i tilfelle der det var behov for det. På røya er det brukt berre øyresteinar. Generelt er røya svært vanskeleg å aldersbestemme, og det gjaldt også røya både i Røyvatn og Østeråvatnet. På tryta er det brukt gjellelokk, men det viste seg i mange tilfelle å vera behov for å verifisere desse mot alderen på øyresteinar.

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 gytetisk, særleg hofisk. Formelen for kondisjonsfaktoren er:

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

Det er tatt gjelleprøver av nyfanga fisk som ikkje har stått for lang tid på garnet. Aktuelle fiskar vart tatt rett ut av garnet, avliva og tatt gjelleprøve av. Fisken vart deretter lagt i eigen merka plastpose for registrering seinare. Det vart tatt gjelleprøver av aure og røye i Røyvatn og Østeråvatnet og aure, bekkerøye og tryte i Ufsvatn. Antalet gjelleprøver vil variere etter antalet fisk som er eigna for prøvetaking. Såleis var det bl.a. berre ein av tre aurar som var eigna for prøvetaking i Røyvatn.

Aluminium (Al) og jern (Fe) på fiskegjellene er analysert ved UMB (Universitetet for miljø- og biovitenskap) på Ås. Konsentrasjonen av Al er bestemt vha ICP-OES (Induktivt koplet plasma emisjons-spektroskopi). Konsentrasjonen av Al 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 m² garnareal) er utrekna for å samanlikne fangsten mellom innsjøane. Det er gjort både for antal (CPUE) og vekt (WPUE). Vidare er samanlikningar gjort for alder, vekst og kondisjonsfaktor.

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 aluminium og jern på gjellene.

4. Resultat og diskusjon

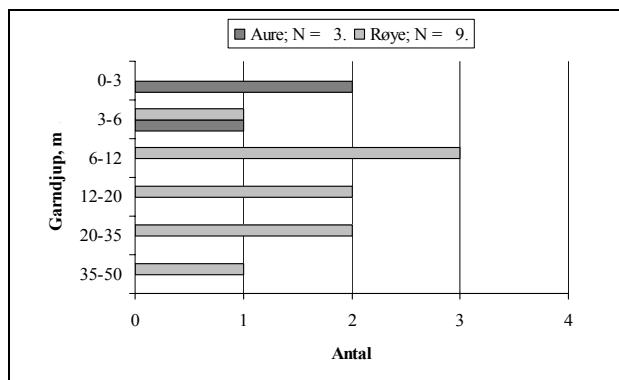
4.1 Røyvatn

4.1.1 Fangst

I Røyvatn vart det fanga tre auar og ni røyer (**Figur 6**). Auren vart fanga på 0-3 og 3-6 m medan røya stod ganske jamt nedover på fleire djup frå 3-6 m. Flest røyer vart fanga på garn som stod på 6-12 m djup.

Fangst pr. innstas (100 m² garnareal) var 0,44 aure og 1,33 røyer. I vekt pr. innsats utgjorde auren 0,310 kg og røya 0,517 kg. Etter kategorisering for *antal* fisk utarbeidd av Forseth m.fl. (1997), kom aurefangsten i Røyvatn i kategorien *låg* (kategorigrænse <2,5). I tilsvarende kategorisering av vekt kom auren i kategorien *under middels* (kategorigrænse 300-600 gram). Tilsvarende kategorisering for røye ligg ikkje føre fordi det ikkje var stort nok datagrunnlag for denne fiskearten i dei aktuelle innsjøane (Forseth m.fl. 1997).

I Røyvatn vart det tatt gjelleprøver av ein aure (45,8 cm) og fem røyer (10,2 - 36,0 cm) som var eigna til formålet (**Tabell 4**).



Figur 6. Fangstfordeling på prøvafiske i Røyvatn den 15.09.06

4.1.2 Aure

Aurefangsten i Røyvatn utgjorde ein fisk på 25,0 cm og to på 44,6 og 45,8 cm (**Figur 7A**). Den fyrste var ein hann gytefisk og dei to andre var ho gytefisk. Dei to fyrste tilhørde aldersgruppe 2+ og 4+, medan den siste tilhørde aldersgruppe 7+ (**Figur 7B**). Veksten var svært god på den minste fisken (25,0 cm), men uvanleg god på den som var 44,6 cm lang, med ein gjennomsnittleg årleg vekst på 11,1 cm (**Figur 7C**). Denne lengste og eldste fisken hadde stagnert i vekst og var omtrent 100 gram lettare enn den på 44,6 cm. Ved sløyng vart det registrert døde rognkorn og kraftig raudfarga rogn. Denne gamle hofisken hadde også den absolutt dårlegaste kondisjonsfaktoren med 0,94 (**Figur 7D**), og fisken var av dårleg kvalitet. Kondisjonsverdien for dei to andre aurane viser verdiar på 1,12 og 1,29. Gjennomsnittleg kondisjonsfaktor var såpass god som 1,12.

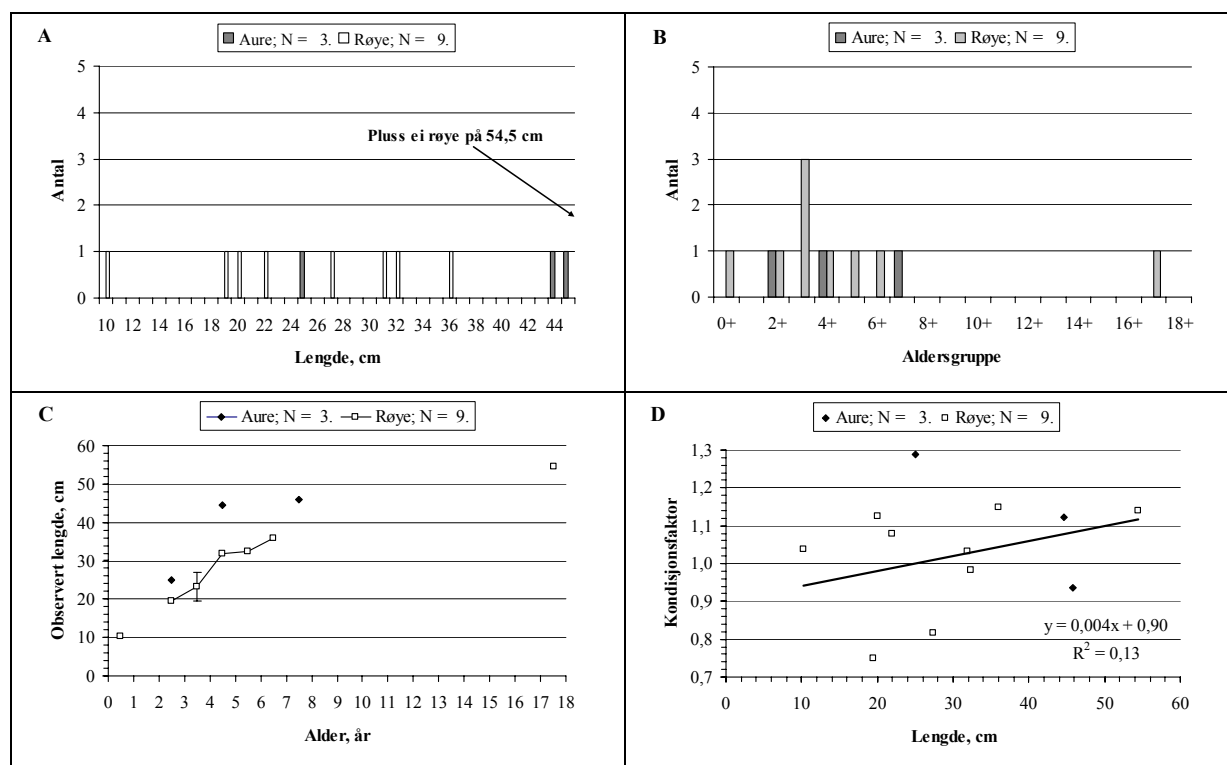
For den eine auren i Røyvatn var det svært lite aluminium på gjellene, med ein verdi på berre 4 µg Al/gram turrvekt (**Tabell 4**). Når det gjeld jern var det ein moderat verdi på 172 µg Fe/gram turrvekt prøvemateriale.

4.1.3 Røye

Lengdefordelinga for røya viser fisk ganske jamt fordelt mellom 19,4 og 36,0 cm (**Figur 7A**). I tillegg var det ein fisk på 10,2 cm og ei stor røye på 54,5 cm. Aldersfordelinga viser fisk i aldersgruppene 0+, 2+ - 6+ og ei røye som truleg tilhørte aldersgruppe 17+ (**Figur 7B**). Den eldste røya var den største på 54,5 cm/1845 gram, som var svært vanskeleg å aldersbestemme. Grunnlaget for vekstkurven dei to fyrste åra er berre ein fisk, som til gjengjeld var 10,2 cm fyrste året (**Figur 7C**). Den vidare vekstkurven viser ein moderat vekst, men talgrunnlaget er svært lite. På den store røya er det etter om lag 10 år nemleg avsett eit markert hyalint band i øresteinen som kanskje kan skjule eitt år eller to av veksten. I etterkant har veksten auka merkbar i forhold til før den avsetjinga, og det er mogleg fisken da har gått over på "fiskediett". Mønsteret i denne øyresteinen er svært avvikande frå det som elles er observert. Kondisjonsfaktoren varierte ganske mykje for røya, med verdiar frå 0,75 til 1,15 (**Figur 7D**). Gjennomsnittleg kondisjonsfaktor var ordinære 1,01. Det var stigande kondisjonsfaktor med aukande fiskelengde.

Aluminiumsverdiane på røyegjellene i Røyvatn var låge med verdiar frå 2-8 µg Al/gram turrvekt prøvemateriale (**Tabell 4**). Gjennomsnittet var på 4,33 µg Al/gram (s.d. 3,21; N = 3). Da er ikkje prøvene nummrert AJ 104 og AJ 105 tatt med. For prøve nummrert AJ 104 var gjellevekta mindre enn 0,01 gram, noko som "medfører stor usikkerhet knyttet til absolutt tørrvekt, og dermed også aluminiumkonsentrasjonen per µg gjelle" (Guro Holte, pers. medd. i epost).

For røya varierte konsentrasjonen av jern frå 111-453 µg Fe/gram turrvekt prøvemateriale (**Tabell 4**). Gjennomsnittet var 303,6 µg Fe/gram (s.d. = 122,9; N = 5), som ligg innanfor det normale for denne type innsjø med lite humus.



Figur 7. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for aure og røye fanga på prøvafiske i Røyvatn 15.09.06.

Tabell 4. Oversikt over prøvetatte fiskegjeller og konsentrasjonen av aluminium (Al) og jern (Fe) i µg pr. gram (turrvekt prøvemateriale) for fisk fanga på prøvefiske i Røyvatn i september 2006. Usikre verdier merka * er utelatte ved utrekning av gjennomsnittsverdier (jf. tekst).

Lokalitet	Fiskeart	Lengde, cm	Vekt, gram	Kjønn	Stad.	Prøve nr.	Al (µg/gr)	Fe (µg/gr)
Røyvatn	Aure	45,8	900	2	5	AJ 106	4	172
Røyvatn	Røye	19,4	54,7	1	1	AJ 102	8	453
Røyvatn	Røye	36	536	1	2	AJ 103	3	324
Røyvatn	Røye	10,2	11	1	1	AJ 104	<25*	327
Røyvatn	Røye	27,4	168	1	1	AJ 105	<2*	303
Røyvatn	Røye	31,9	335,4	1	2	AJ 107	2	111

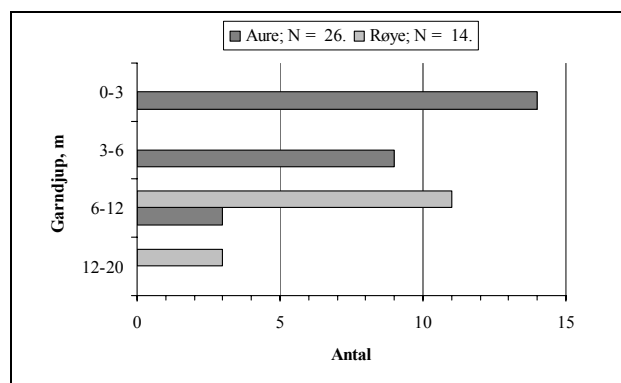
4.2 Østeråvatnet

4.2.1 Fangst

I Østeråvatnet vart det fanga 26 aure og 14 røyer (**Figur 8**). Auren vart vesentleg fanga på 0-3 m og 3-6 m. Røya derimot stod djupare og vart fanga på 6-12 m og nokre få på 12-20 m.

Fangst pr. innsats (100 m² garnareal) var 5,25 aure og 2,83 røye. I vekt pr. innsats utgjorde auren 0,583 kg og røya 0,225 kg. Etter kategorisering for *antal* fisk fanga utarbeidd av Forseth m.fl. (1997), kom aurefangsten i Østeråvatnet i kategorien *middels* (kategorigrense 5,0-7,5). I tilsvarende kategorisering av *vekt* kom auren i kategorien *under middels* (kategorigrense 300-600 gram). Tilsvarende for røye ligg ikkje føre fordi datagrunnlaget frå dei aktuelle prøvefiske innsjøane var for lite (Forseth m.fl. 1997).

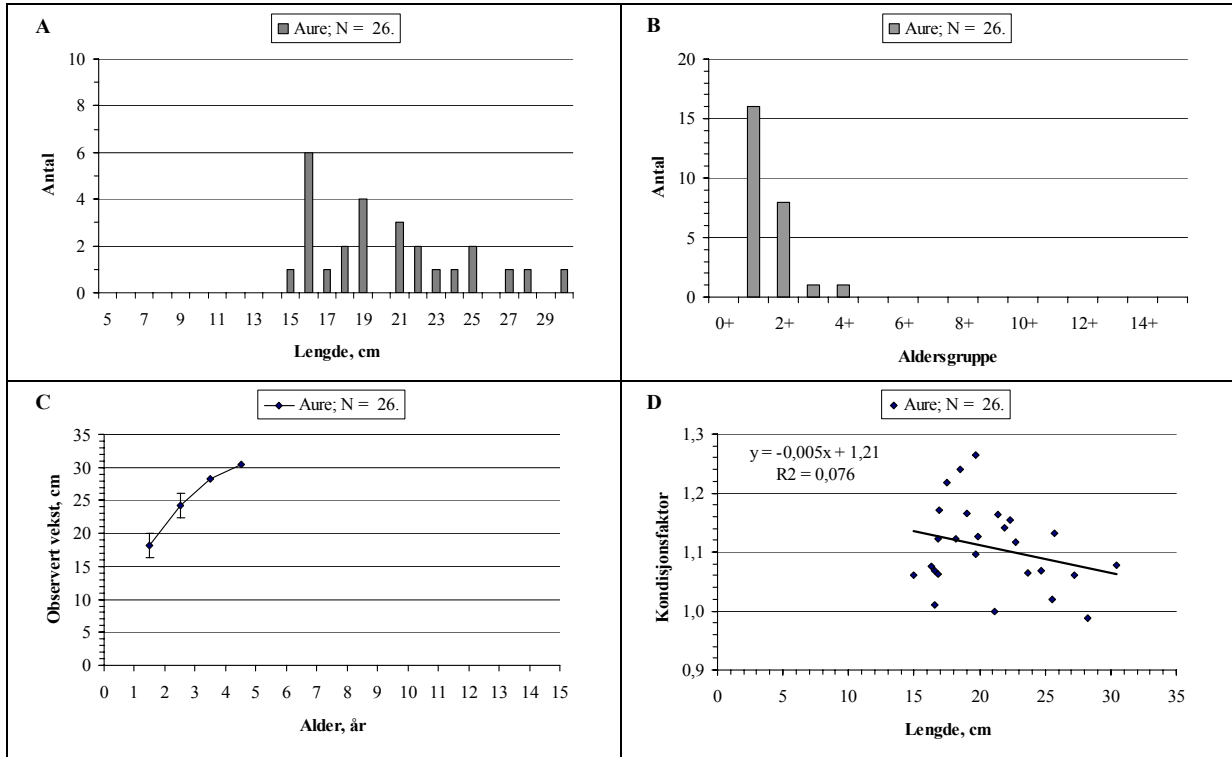
I Østeråvatnet vart det tatt gjelleprøver av fire aure (15,0-24,7 cm) og fem røyer (21,6-26,7 cm) som var eigna til formålet (**Tabell 5**).



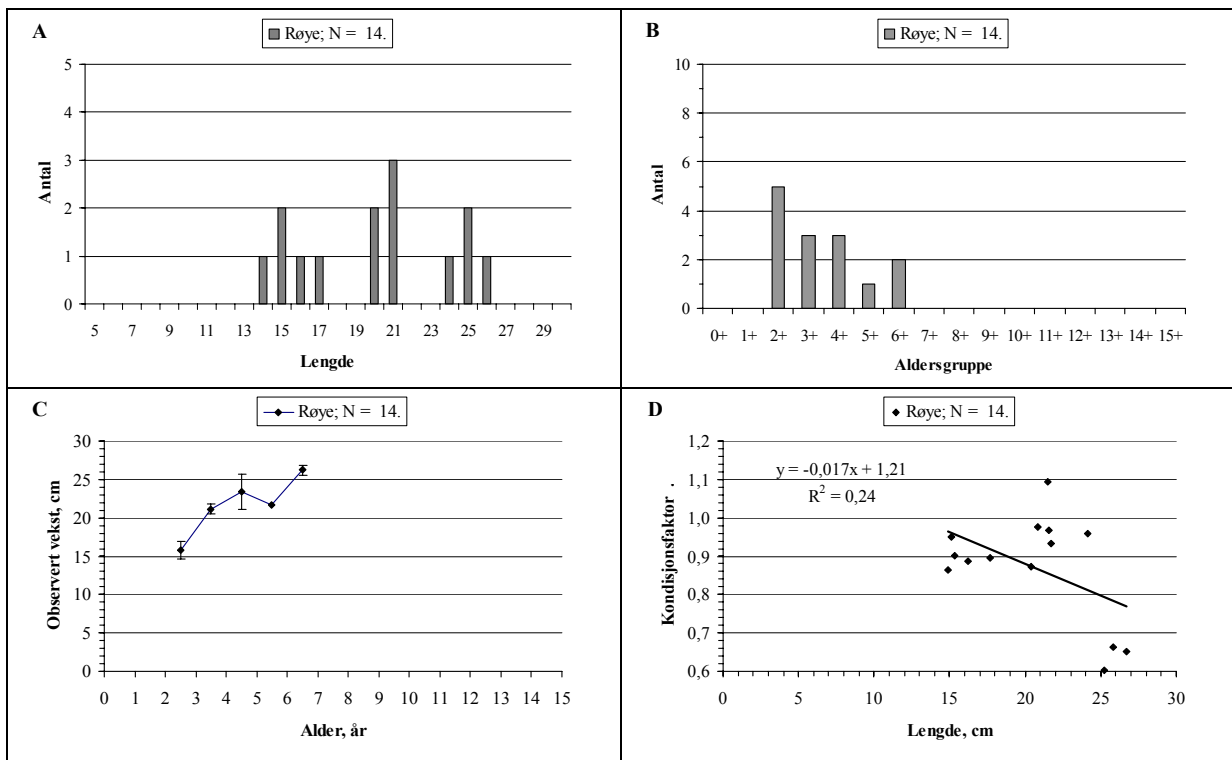
Figur 8. Fangstfordeling på prøvefiske i Østeråvatnet den 5.09.06.

4.2.2 Aure

Lengdefordelinga for auren i Østeråvatnet viser fisk ganske jamt fordelt frå 15 til 30 cm (**Figur 9A**). Aldersfordelinga viser fisk i aldersgruppene 1+ til 4+, med 1+ som den dominerande (**Figur 9B**). Veksten på auren var svært god, særleg dei to fyrste åra der det var ein gjennomsnittsvest på om lag 9 cm (**Figur 9C**). Tredje års vekst var også god med vel 6 cm. Kondisjonsfaktoren viser ganske store variasjonar, hovudsakleg mellom 1,0 og 1,2 (**Figur 9D**). Gjennomsnittleg kondisjons-



Figur 9. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for aure fanga på prøvefiske i Østeråvatnet den 5.09.06



Figur 10. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for røye fanga på prøvefiske i Østeråvatnet 5.09.06.

faktor var såpass god som 1,11. Det var ein minkande kondisjonsfaktor for aukande fiskelengde.

Aluminiumsverdiane på fiskegjellene for auren i Østeråvatnet var svært låge med verdiar frå 5-11 µg Al/gram turrvekt prøvemateriale (**Tabell 5**). Gjennomsnittet var på 8,5 µg Al/gram (s.d. 2,52; N = 4).

For jern på gjellene varierte det frå 254-442 µg Fe/gram turrvekt prøvemateriale (**Tabell 5**). Gjennomsnittet var på 332,2 µg Fe/gram (s.d. = 79,5; N = 4). Det ligg innanfor normalen i denne type innsjø med litt humus.

4.2.3 Røye

Lengdefordelinga for røya i Østeråvatnet viser fisk ganske jamt fordelt i tre grupper mellom 14 og 26 cm (**Figur 10A**). Aldersfordelinga viser fisk i aldersgruppene 2+ til 6+ med 1+ som den mest talrike (**Figur 10B**). Veksten på røya var ganske bra dei fyrste åra (**Figur 10C**). Veksten kan sjå ut til å stagnere i intervallet mellom 20 og 25 cm, men grunnlaget for denne delen av vekstkurven baserar seg på svært få fisk. Kondisjonsfaktoren viser ei todeling med tre fiskar mellom 0,6 og 0,7 og resten hovudsakleg frå litt under 0,9 til opp under 1,0 (**Figur 10D**). Gjennomsnittleg kondisjonsfaktor var ikkje høgare enn 0,87. Det var ein svært tydeleg minkande kondisjonsfaktor for aukande fiskelengde.

Aluminiumsverdiane på gjellene på røya i Østeråvatnet var låge med verdiar frå 12 til 75 µg Al/gram turrvekt prøvemateriale (**Tabell 5**). Gjennomsnittet var på 34,4 µg Al/gram turrvekt prøvemateriale (s.d. 18,38; N = 5).

Når det gjeld jern var det verdiar frå 321-585 µg Fe/gram turrvekt prøvemateriale (**Tabell 5**). Gjennomsnittet var på 422,8 µg Fe/gram (s.d. = 106,2; N = 5), som er litt over det normale for denne type innsjø med litt humus. Det er særleg ein fisk som dreg opp gjennomsnittet.

Tabell 5. Oversikt over prøvetatte fiskegjeller og konsentrasjonen av aluminium (Al) og jern (Fe) i µg pr. gram (turrvekt prøvemateriale) for fisk fanga på prøvefiske i Østeråvatnet i september 2006.

Lokalitet	Fiskeart	Lengde, cm	Vekt, gram	Kjønn	Stad.	Prøve nr.	Al (µg/gr)	Fe (µg/gr)
Østeråvatnet	Aure	24,7	161	2	5	AD 475	11	304
Østeråvatnet	Aure	19	80	1	4	AD 476	9	442
Østeråvatnet	Aure	15	35,8	1	4	AD 477	5	254
Østeråvatnet	Aure	19,9	88,7	1	4	AD 478	9	329
Østeråvatnet	Røye	26,7	124,3	2	3	AD 472	38	321
Østeråvatnet	Røye	20,4	74	1	4	AD 473	14	334
Østeråvatnet	Røye	25,8	113,9	2	2	AG 469	75	429
Østeråvatnet	Røye	24,1	134,2	2	5	AG 470	33	445
Østeråvatnet	Røye	21,6	97,4	2	5	AG 471	12	585

4.3 Vålevatn

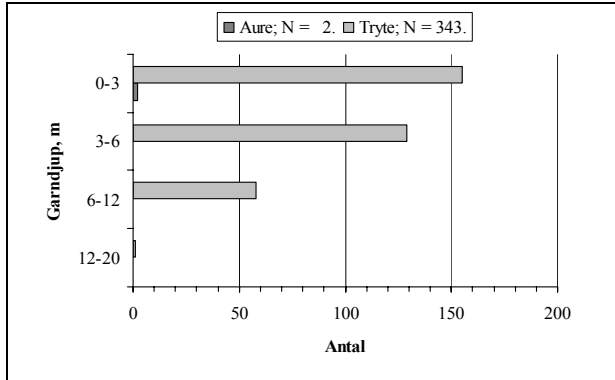
4.3.1 Fangst

Det vart fanga berre to aurar i Vålevatn på prøvefisket (**Figur 11**). Båe fiskane stod på 0-3 m djup. Fangsten av tryte var svært stor. I alt vart det fanga 343 tryter. Fangsten var størst på garna som stod på 0-3 m djup og avtok gradvis nedover i djuplaga. På 0-3 m djup utgjorde fangsten 45,2%. Også garna på 3-6 m djup fiska godt, og i alt 37,6% vart fanga i det intervallet.

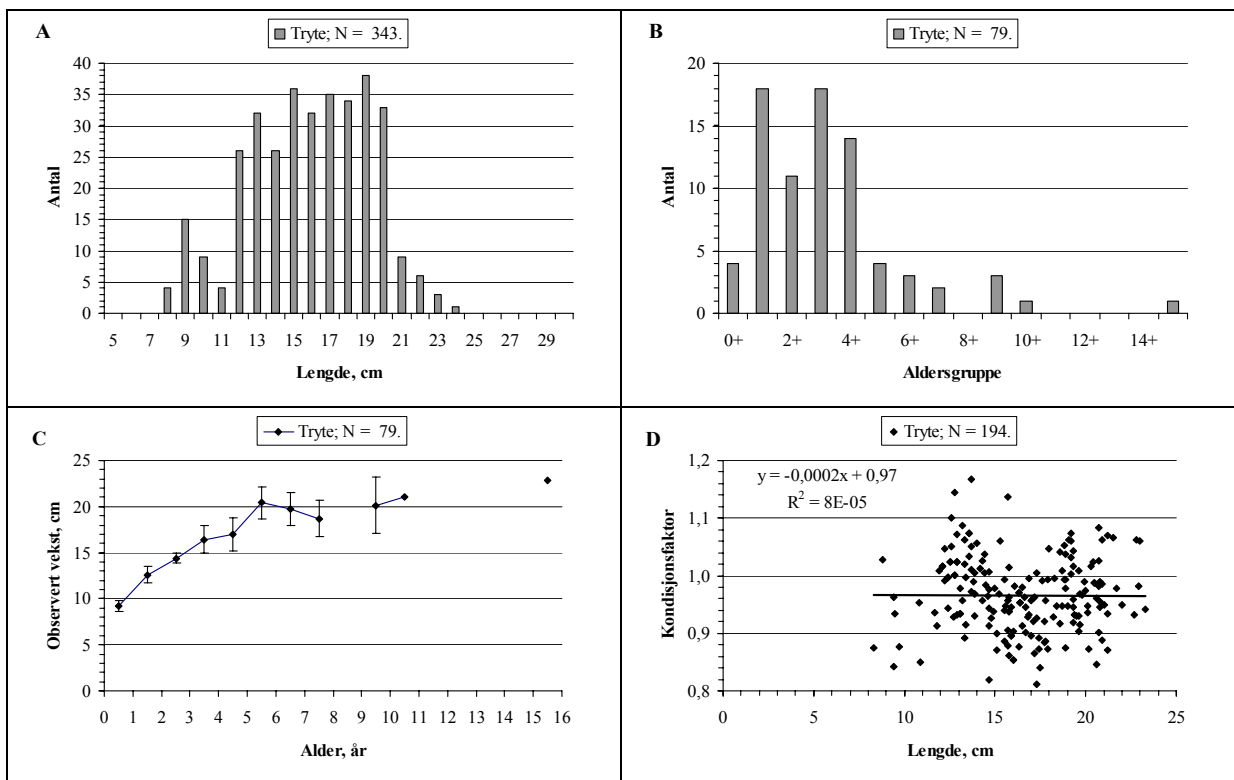
Fangst pr. innsats (100 m² garnareal) var 0,34 aure og 58,6 tryter. I vekt pr. innsats utgjorde auren 0,123 kg og tryta 2,659 kg. Etter kategorisering for *antal* fisk fanga utarbeidd av Forseth m.fl. (1997), kom aurefangsten i Vålevatn i kategorien *låg* (kategorigrænse <2,5). Trytefangsten kom i

kategori *over middels* (kategorigrænse 45-69). I tilsvarende kategorisering av vekt kom auren i kategori *låg* (kategorigrænse <300 gram) og tryta i kategori *høg* (kategorigrænse >2000).

Det vart ikkje tatt gjelleprøver av dei to aurane i Vålevatn, og heller ikkje av trytene.



Figur 11. Fangstfordeling på prøvafiske i Vålevatn den 26.09.06.



Figur 12. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for tryte fanga på prøvafiske i Vålevatn den 26.09.06.

4.3.2 Aure

Dei to aurane som vart fanga i Vålevatn var 32,0 og 33,9 cm lange. Det var to hannfiskar i gytedrakt. Dei to tilhørde aldersgruppe 4+ og 5+. Veksten på dei to fiskane var svært bra (jf. **Figur 18A**). Kondisjonsfaktoren på dei to var 0,96 og 1,04, med eit gjennomsnitt på 1,00.

4.3.3 Tryte

Lengdefordelinga for tryta i Vålevatn viser fisk frå 8 til 24 cm (**Figur 12A**). Ved 9-10 cm er det ein liten topp. Frå 12 cm til 20 cm er det ein langstrakt topp der fleire aldersgrupper inngår. Aldersfordelinga viser tryter i aldersgruppene 0+-7+, 9+-10+ og ein fisk i aldersgruppe 15+ (**Figur 12B**). Det eldste individet i aldersgruppe 15+ (16 år) er gamal til å vera tryte. Aldersgruppe 2+, årsklasse 2005, var markert mindre enn aldersgruppene 1+ og 3+. Som oftast har tryta vekslende sterke og svake årsklasser med ulike års mellomrom (bl.a. Kleiven m.fl. 1989), men dette mønsteret her er ikkje så tydeleg som det brukar å vera. Det noko uvanlege er også at det kjem to påfølgjande sterke årsklasser. Veksten var usedvanleg god det fyrste året med eit gjennomsnitt på 9,2 cm, men antalet fisk er berre fire, så grunnlaget er lite (**Figur 12C**). Frå andre året er det ein svært stor nedgang i veksten. Deretter flatar veksten ut og stagnerar ved om lag 20 cm. Kondisjonsfaktoren for tryta i Vålevatn var veldig varierende, men ligg hovudsakleg mellom 0,9 og 1,1 (**Figur 12D**) med eit gjennomsnitt på 0,97. Det er låge verdiar til å vera tryte.

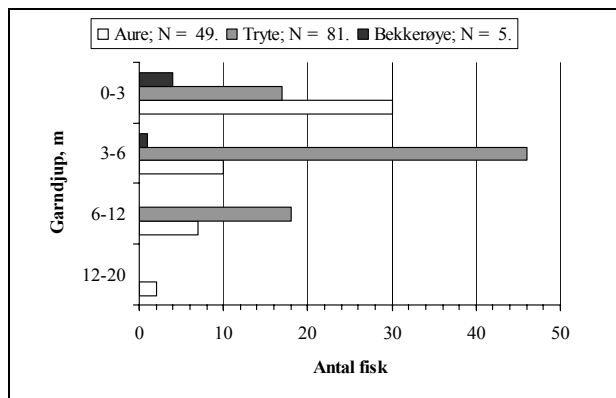
4.4 Ufsvatn

4.4.1 Fangst

I Ufsvatn vart det fanga 49 aure og 81 tryter og fem bekkerøyer (**Figur 13**). Over 60% av auren vart fanga på 0-3 m. Resten fordelte seg på 3-6 m, 6-12 m og 12-20 m med gradvis avtak i antalet. Tryta vart fanga hovudsakleg på 3-6 m, men det stod ein del på 0-3 m og 6-12 m. Fire av fem bekkerøyer vart fanga på 0-3 m djup.

Fangst pr. innstas (100 m² garnareal) var 5,73 aure og 9,5 tryter. I vekt pr. innsats utgjorde auren 0,410 kg og tryta 0,608 kg. Etter kategorisering for *antal* fisk fanga utarbeidd av Forseth m.fl. (1997), kom aurefangsten i Ufsvatn i kategorien *middels* (kategorigrense 5,0-7,5). Trytefangsten kom i kategorien *låg* (kategorigrense <15). I tilsvarende kategorisering av vekt kom både auren og tryta i kategorien *under middels* (kategorigrense 300-600 gram og 500-1000 gram).

I Ufsvatn vart det tatt gjelleprøver av fem aure (14,5-38,0 cm), fem tryter (17,4-24,4 cm) og to bekkerøyer (16,2-18,0 cm) som var eigna til formålet (**Tabell 6**).



Figur 13. Fangstfordeling på prøvafiske i Ufsvatn den 28.09.06.

4.4.2 Aure

Lengdefordelinga for auren i Ufsvatn viser fisk ganske jamt fordelt mellom 9 og 29 cm og ein fisk på 38 cm (**Figur 14A**). Figuren viser ein topp i lengdefordelinga ved 14 cm. Aldersfordelinga viser fisk i aldersgruppene 1+ til 8+, med 1+ og 2+ som dominerande aldersgrupper (**Figur 14B**). I aldersgruppe 5+, årsklasse 2001, var det lite fisk. Det kan tyde på at 2001-årsklassa har vore noko svak. Veksten på auren var ganske bra, men to- og treåringane varierte mykje i vekst (**Figur 14C**). Veksten ser ut til å kulminere ved om lag 25 cm. Den store auren på 38 cm skiller seg ut i vekstfiguren med unormal god vekst. I og med at det var berre denne eine fisken i denne aldersgruppa, blir utslaget i vekstkurven veldig stort. Kondisjonsfaktoren viser store variasjonar, med verdiar hovudsakleg mellom 0,85 og 1,0 (**Figur 14D**). Gjennomsnittleg kondisjonsfaktor var ikkje betre enn 0,94. Det var ein svakt minkande kondisjonsfaktor for aukande fiskelengde.

Aluminiumsverdiane på gjellene til auren i Ufsvatn var gjennomgåande svært låge med verdiar på 4-8 og ein fisk med 61 µg Al/gram turrvekt prøvemateriale (**Tabell 6**). Gjennomsnittet var på 19,75 µg Al pr. gram turrvekt prøvemateriale (s.d. 27,6; N = 4).

Jernverdiane på gjellene til auren i Ufsvatn varierte frå 209-284 µg Fe/gram turrvekt, og i tillegg var det ein verdi på 476 (**Tabell 6**). Gjennomsnittet var på 291 µg Fe/gram (s.d. = 108,0; N = 5). Det ligg innanfor normen for den type innsjø med litt humus.

4.4.3 Tryte

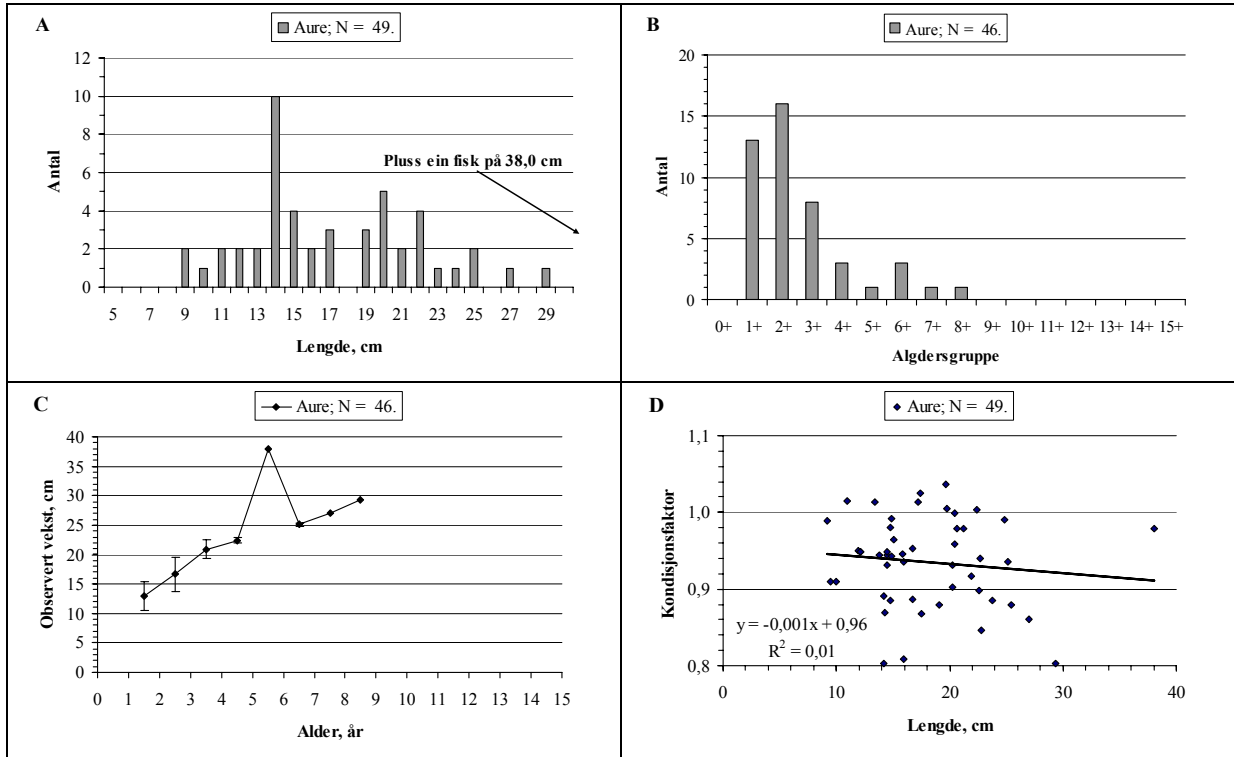
Lengdefordelinga for tryta i Ufsvatn viser fisk frå 7 til 28 cm (**Figur 15A**). Ved 9-10 cm er det ein liten topp. Frå 16 til 20 cm er det ein meir markert topp der fleire aldersgrupper inngår. Det var innslag av ganske stor tryte. Aldersfordelinga viser tryte i aldersgruppene 0+ - 7+ (**Figur 15B**). Aldersgruppe 3+, 2003-årsklassa, var den heilt dominerande. Veksten var eksepsjonell god for den yngste aldersgruppa med ein gjennomsnittsvekst på 9,4 cm (**Figur 15C**). Vekstkurven i Ufsvatn viser vidare at veksten avtek markert etter andre året, og stagnerar rundt 20 cm. Kondisjonsfaktoren for tryta var varierende, men er hovudsakleg mellom 1,0 og 1,2 (**Figur 15D**), med eit gjennomsnitt på 1,08. Det er ein moderat verdi. To store tryter skilte seg ut med kondisjonsfaktor på 1,34 og 1,44.

Når det gjeld den uvanleg gode veksten fyrste året er det einast i Vestre Grimevatn i Lillesand at det er registrert tilsvarende god vekst på unglytryte på Sørlandet (Kleiven 1998). Vestre Grimevatn var hardt ramma av forsuring, og trytebestanden var nær utrydda da det vart sett i gang kalking i 1989. Den gode veksten der, uttrykt som tilbakerekna vekst, vart registrert på eit prøvefiske i 1992. Det spesielle i Vestre Grimevatn var at tryta hadde ete store mengder stingsild. Kva som er grunnen til den spesielle veksten for unglytrytene i Ufsvatn er ikkje klart.

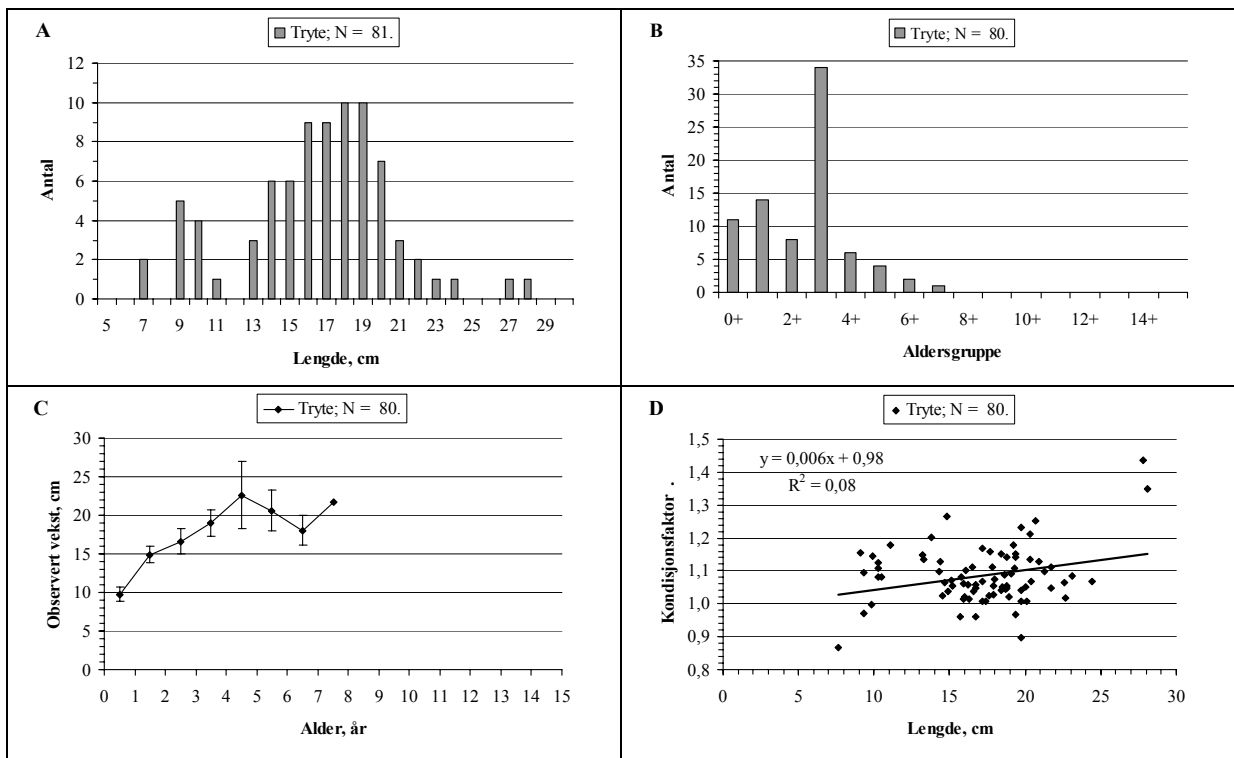
I Ufsvatn vart det registrert "fiskediett" hjå tryta. I ei tryte på 24,4 cm/155,2 gram fann vi ein 13,2 cm lang aure som fylte både mage og svelg. Den yste delen av sporden på auren stakk ut av kjeften på tryta. Det vart også registrert fiskerestar i magen på ei tryte som var 27,8 cm/308,5 gram. Denne tryta hadde hatt ein kraftig vekst siste sesongen. For eit par andre tryter er det også notert at det var god vekst.

Aluminiumsverdiane på gjellene på tryta var svært låge med verdiar på 5-15 µg Al/gram turrvekt prøvemateriale (**Tabell 6**). Gjennomsnittet var på 9,60 µg Al/gram turrvekt prøvemateriale (s.d. 4,61; N = 5).

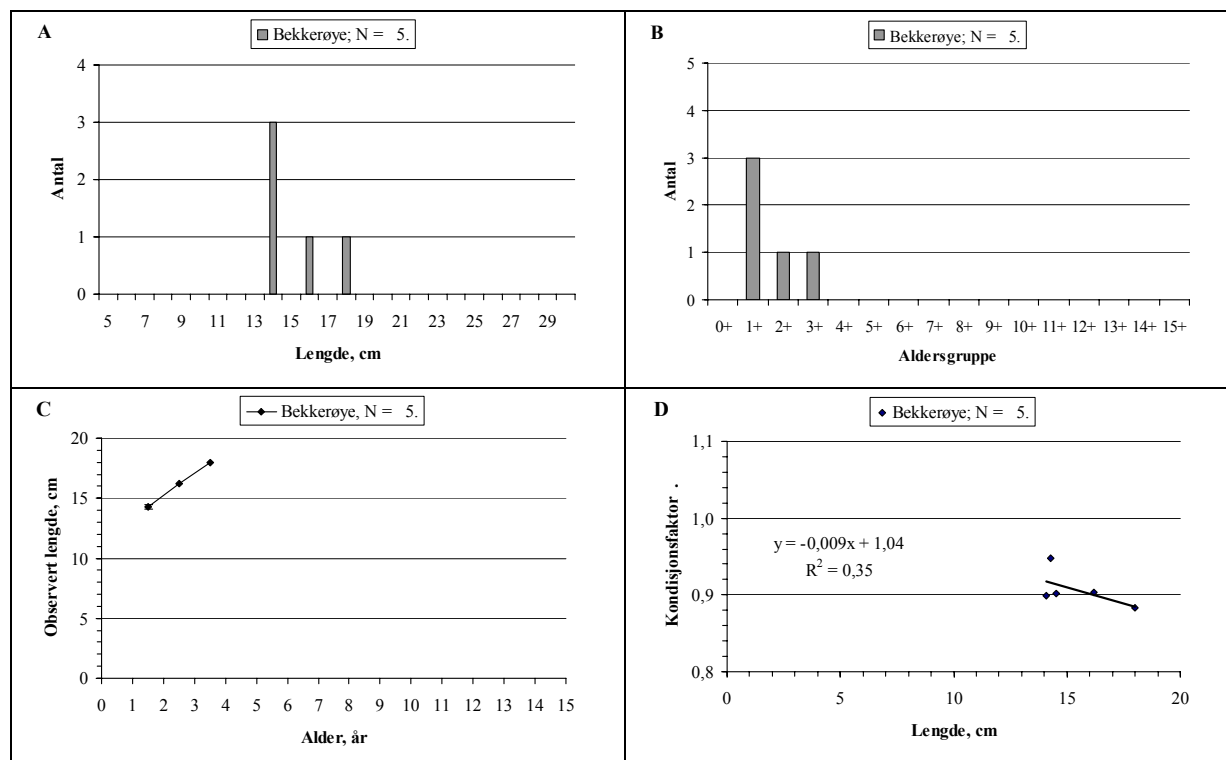
Jernverdiane på gjellene til trytene viste låge verdiar frå 134-221 µg Fe/gram turrvekt prøvemateriale (**Tabell 6**). Gjennomsnittet var på 185,0 µg Fe/gram (s.d. = 35,0; N = 5). Det er godt innanfor normalen.



Figur 14. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for aure fanga på prøvafiske i Ufsvatn 28.09.06.



Figur 15. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for tryte fanga på prøvafiske i Ufsvatn 28.09.06.



Figur 16. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for bekkerøye fanga på prøvafiske i Ufsvatn 28.09.06.

4.4.4 Bekkerøye

Lengdefordelinga for bekkerøya viser fisk på 14, 17 og 18 cm (**Figur 16A**). Aldersfordelinga for bekkerøya viser fisk i aldersgruppene 1+ - 3+, med flest fisk i aldersgruppe 1+ (**Figur 16B**). Veksten for bekkerøya var bra dei to fyrste åra, men avtok svært raskt (**Figur 16C**). Kondisjons-

Tabell 6. Oversikt over prøvetatte fiskegjeller og konsentrasjonen av aluminium (Al) og jern (Fe) i μg pr. gram (turrvekt prøvemateriale) for fisk fanga på prøvafiske i Ufsvatn i september 2006. Usikre verdiar merka * er utelatte ved utrekning av gjennomsnittsverdiar.

Lokalitet	Fiskeart	Lengde, cm	Vekt, gram	Kjønn	Stad.	Prøve nr.	Al ($\mu\text{g}/\text{gr}$)	Fe ($\mu\text{g}/\text{gr}$)
Ufsvatn	Aure	22,7	109,9	1	4	AJ 108	4	209
Ufsvatn	Aure	22,4	112,8	1	5	AJ 110	6	476
Ufsvatn	Aure	14,5	28,8	1	1	AJ 111	<7*	267
Ufsvatn	Aure	38	537,3	1	5	AJ 112	61	284
Ufsvatn	Aure	17,4	54	1	2	AJ 117	8	220
Ufsvatn	Tryte	24,4	155,2	2	3	AJ 109	8	221
Ufsvatn	Tryte	20,9	103	2	3	AJ 113	6	200
Ufsvatn	Tryte	22,6	123	2	3	AJ 114	5	206
Ufsvatn	Tryte	17,9	60,4	1	4	AJ 118	15	134
Ufsvatn	Tryte	18,8	69,7	1	4	AJ 119	14	165
Ufsvatn	Bekkerøye	16,2	38,4	2	2	AJ 115	11	424
Ufsvatn	Bekkerøye	18	51,5	2	2	AJ 116	7	353

faktoren for bekkerøya varierte lite, og var relativt dårleg med ein snittverdi på 0,91 (**Figur 16D**). Fangsten av bekkerøye i Ufsvatn viser at ho reproduserar i bekkar som renn ned i innsjøen.

Aluminiumsverdiane på gjellene på bekkerøya viste svært låge verdiar på 7-11 µg Al/gram turrvekt prøvemateriale (**Tabell 6**). Gjennomsnittet var 9,0 µg Al/gram turrvekt prøvemateriale (s.d. 2,83; N = 2).

Jernverdiane på gjellene til bekkerøya viste verdiar på 353 og 424 µg Fe/gram turrvekt prøvemateriale (**Tabell 6**). Gjennomsnittet var 388,5 µg Fe/gram (s.d. = 50,2; N = 2). Verdien ligg i øvre sjiktet for normalverdiar i denne type innsjø med litt humus.

4.5 Aluminium og jern på fiskegjellene

Når det gjeld aluminium på fiskegjellene så vil fisk som lever i forsura vatn bli skada av metall før skade oppstår som følgje av låg pH. For å påføre fisken ein skade må metalla bli tatt opp. For metall som aluminium skjer det på gjellene. Konsentrasjonar på gjellene er såleis eit mål for belastninga som fisken er utsett for på prøvetakingstidspunktet. Det må i den samanhengen påpeikast at prøvfisken er utført på ei årstid da vasskjemien normalt er ”god”. Det kan såleis vera vanskeleg å spore effektar av episoder som kan ha vore kritiske for fisken medan han tidlegare har stått på bekk.

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

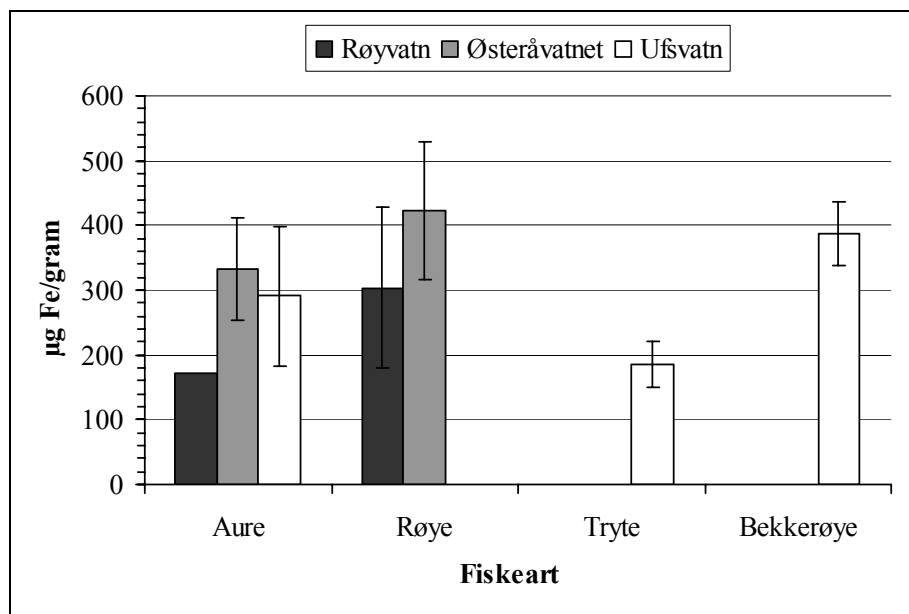
Når det gjeld jernverdiane var dei stort sett innanfor det normale for den type innsjøar, med lite til litt humus i vatnet. Det er slik at jern blir akkumulert i større grad på fiskegjellene med aukande humus i innsjøane. I dette materialet ser ein det både for auren og røya. Jernverdien på fiskegjellene i det litt meir humøse Østeråvatnet var vesentleg høgare enn i det klårare Røyvatn (**Figur 17**). Det same er tilfelle for auren. Ufsvatn og Østeråvatnet er nokså like når det gjeld humus. Men bakgrunnsdataene er så langt ganske små, slik at slutningane blir deretter.

Det ser også ut til at mengde jern på fiskegjellene kan vera noko avhengig av fiskearten (**Figur 17**). Såleis var det mindre jern på gjellene på auren i Østeråvatnet og Røyvatn enn på den samlevande røya der. Og tryta i Ufsvatn hadde vesentleg lågare verdiar enn auren der, som igjen hadde vesentleg lågare verdiar enn bekkerøya.

Det er ikkje utarbeidd nokor klassifisering av akseptable nivå for aure slik som det er gjort for laks (Kroglund & Rosseland 2004). På grunnlag av eit forsøk gjort i Sverige vart det funne at auregjeller med konsentrasjonar av aluminium lågare enn 150 µg Al ikkje hadde nokon påviseleg skade (Andrén et al. 2006). I det same forsøket vart det også påvist stammeforskjellar i akkumulering. Den mest forsuringsfølsomme stamma akkumulerte om lag 40% meir aluminium enn den mest forsuringsstolerante stamma. Sjølv med slike variasjonar, var konsentrasjonane i Al som vart påvist i dei tre undersøkte innsjøane i Aust-Agder i 2006 svært langt frå eit nivå der ein forventar skade på fisken.

Det ein i alle fall kan fastslå er alle dei registrerte aluminiumsverdiane på fiskegjellene i dei tre undersøkte innsjøane ligg på eit lågt til svært lågt nivå på det tidspunktet innsamlinga skjedde, tidleg i september 2006. Og dei registrerte jernverdiane er også stort sett innanfor det normale for slike innsjøar.

Interessant nok er jernverdiane på auregjellene i Østeråvatnet og Ufsvatn det doble i forhold til dei registrerte gjennomsnittlege verdiane i Gangvatn (110,8 µg Fe/gram), Hunsdalsvatn (105 µg Fe/gram) og Tønnesølvatn (125 µg Fe/gram) i Rorevassdraget i 2005 (Kleiven m.fl. 2006). Holvatnet hadde eit litt høgare gjennomsnitt på 167,0 µg Fe/gram.



Figur 17. Oversikt over jernverdiane med standardavvik på fiskegjellene i Røyvatn, Østeråvatnet og Ufsvatn i september 2006.

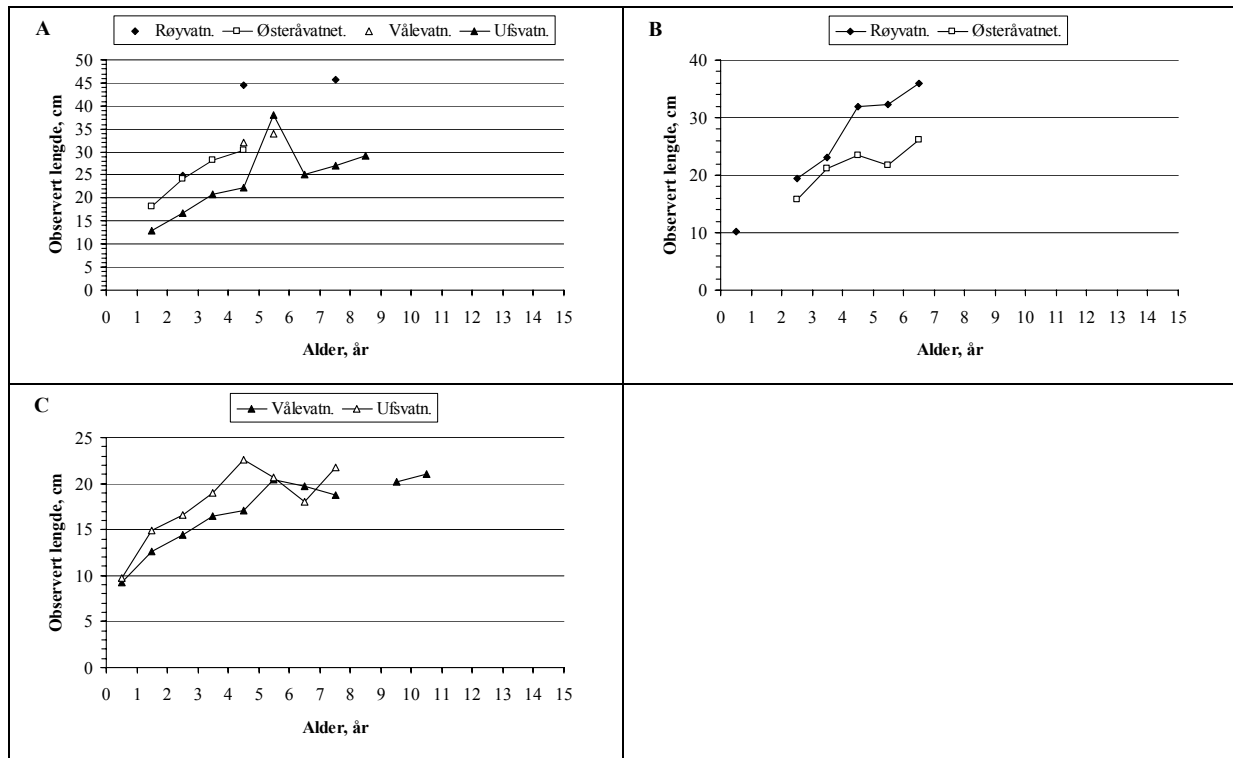
Ved å analysere fisk frå fleire innsjøar vil ein kunne nyansere dette mønsteret. Det er i alle fall så langt vi kjenner til det, ikkje analysert fiskegjeller for metall (AL, Fe) på annan fisk enn laks og aure. Av den grunn blir dette materialet viktig for vidare samanlikningar, noko som kan danne grunnlaget for klassifiseringstabellar som kan kople konsentrasjonen av Al og Fe på fiskegjeller til moglege betstandseffektar.

4.6 Samanlikning av veksten

I **Figur 18** er det samanstilt data på veksten på fisken i dei aktuelle innsjøane. Den viser at det var stor forskjell i veksten på auren i dei fire innsjøane (**Figur 18A**). Best vekst var det i Røyvatn, der den eine auren i aldersgruppe hadde hatt ein gjennomsnittsvest på nær 9 cm. Det var nærmare 6 cm over vekstkurven til auren i Holvatnet i 2005, som hadde hatt svært god vekst (Kleiven m.fl. 2006). Det er her tale om samanlikning av svært få individ, men det fortel likevel noko om den gode veksten på auren i Røyvatn. Til samanlikning viser vekstkurven også at ein like gamal aure i Vålevatn var 12,6 cm kortare. Nå er det også ein vesentleg høgdeskilnad mellom Røyvatn og Vålevatn, men kanskje vel så viktig er konkurransen med den store trytebestanden i Vålevatn. Når det gjeld Ufsvatn er det der også sterk konkurranse for auren frå eigne artsfrendar og delvis frå bekkerøya.

Når det gjeld røye så viser vekstkurven ein vesentleg betre vekst på røya i Røyvatn i forhold til Østeråvatnet (**Figur 18B**). Men også her er datagrunnlaget svært lite. Røya er dessutan lite utbreidd i landsdelen (Matzow & Simonsen 1997), og inngår sjeldan i utvalde innsjøar for prøvafiske, slik at grunnlaget for samanlikning er lite.

For tryta forelegg det eit godt datagrunnlag for å samanlikne veksten i Vålevatn og Ufsvatn. Den samanlikninga viser at det var vesentleg betre vekst i Ufsvatn i forhold til Vålevatn (**Figur 18C**). For fisk i aldersgruppene 2+ og 3+ er forskjellen 2,2 til 2,5 cm i favør av Ufsvatn. For aldersgruppe 4+ er forskjellen over det dobbelte, men her er datagrunnlaget noko svakare og med stort standardavvik. Det som er noko uforklarleg er den veldige startveksten i baa innsjøane (jf. omtale i 4.4.3).



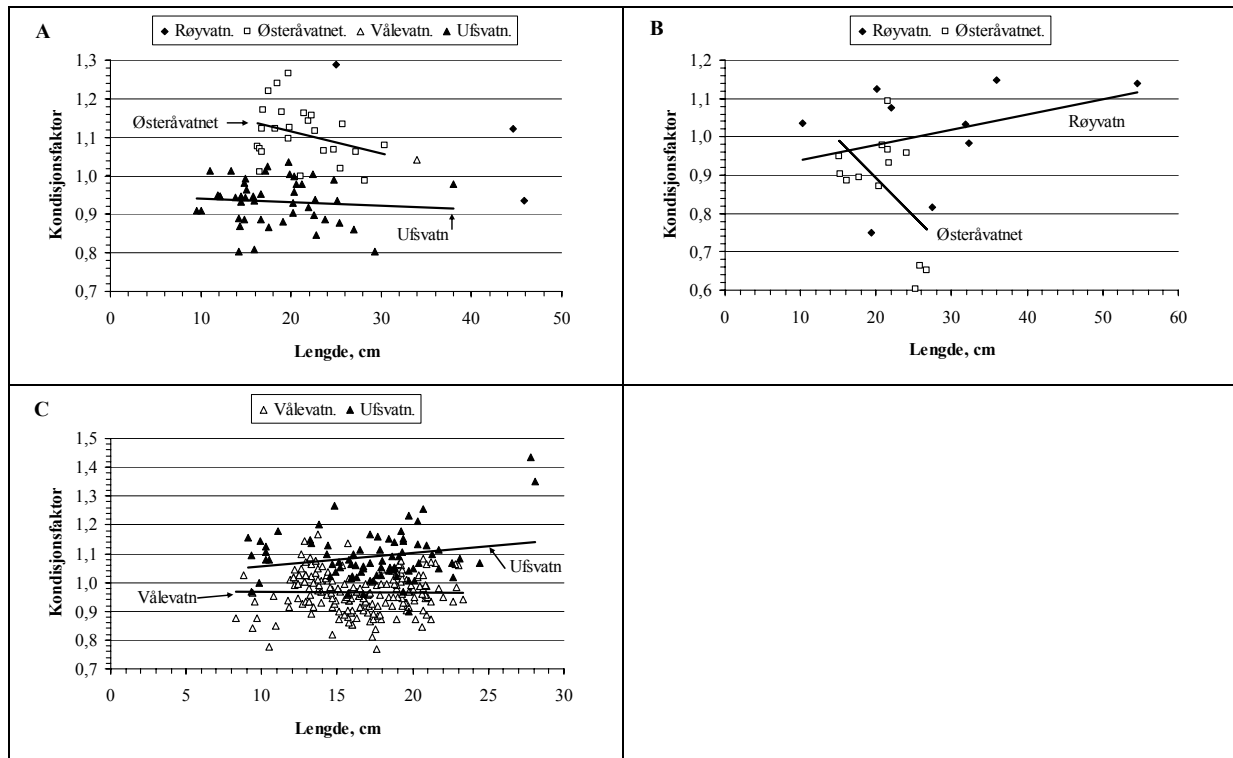
Figur 18. Samanlikning av veksten på aure (A), røye (B) og tryte (C) i dei aktuelle innsjøane.

4.7 Samanlikning av kondisjonen

Samanlikning av kondisjonsfaktoren for auren i dei aktuelle innsjøane viser at kondisjonen var vesentleg høgare i Østeråvatnet i forhold til i Ufsvatn (**Figur 19A**). For dei to andre innsjøane vart det fanga berre eit fåtal aure, slik at grunnlaget for samanlikning er svært sparsomt. Når det gjeld røya var det store sprik i kondisjonsfaktoren både i Røyvatn og Østeråvatnet. Kondisjonen var best i Røyvatn, der det var aukande kondisjonsfaktor med aukande fiskelengde (**Figur 19B**). Det stikk motsette var tilfelle i Østeråvatnet, noko som hovudsakleg skuldast tre fiskar med veldig dårleg kondisjon. Når det gjeld kondisjonsfaktoren for tryta så var den dårlegare i Vålevatn enn i Ufsvatn (**Figur 19C**). Det er i tråd med det ein skulle vente utifrå den tette trytebestanden i Vålevatn.

4.8 Røya

Som nemnt tidlegare er vanleg røye ein art som er lite utbreidd i Aust-Agder (Matzow & Simonsen 1997). Ho finst spreidd stort sett i kystnære vassdrag, og har forsvunne pga. forsuring i fleire innsjøar i fylket. Det vil såleis vera av særleg interesse å følgje bestanden av røye i dei to innsjøane som er prøvofiska i dette opplegget i 2006.



Figur 19. Samanlikning av kondisjonsfaktoren for aure (A), røye (B) og tryte (C) i dei aktuelle innsjøane.

4.9 Nye prøvafiske

Dei fire innsjøane som er prøvafiske i 2006 er ulike med omsyn til fiskesamfunn. Framtidig prøvafiske bør av den grunn bli prioritert deretter.

Vi foreslår å gjennomføre eit nytt prøvafiske i Røyvatn og Østeråvatnet om to år for å fastslå om tilstanden i innsjøane er tilfredsstillande for fisken. Det gjeld særleg med tanke på røya, fordi ho er særleg sårbar for forsureing (jf. Andersen m.fl. 1984; Sevaldrud & Skogheim 1985; Kleiven m.fl. 1990; Hesthagen & Sandlund 1995).

Når det gjeld Vålevatn er det eit dårleg aurevatn fordi det er mangel på gytebekkar til innsjøen. Innsjøen er dessutan overbefolka av tryte. Vålevatn blir såleis nedprioritert i høve til andre innsjøar som er med i dette opplegget. Meir aktuelt er det å gå inn att i Ufsvatn, fordi det der er god tilgang på aure, om enn av dårleg kvalitet. Dessutan ligg innsjøen nær eit lite grendasamfunn med fleire nye hytter som er under oppføring i nærområdet. Nå ligg Ufsvatn i tilknytning til den geologiske breksja mellom Vegår og Nelaug (Skov m.fl. 1990), og kjemidataene frå 1983 og 1986 (jf. omtale i kapittel 2.3) viser at det var mindre surt der før kalking enn i mange innsjøar i forsureingsramma område elles på Sørlandet. Det medfører at behovet for å gå inn att med nytt prøvafiske blir rangert klart etter Røyvatn og Østeråvatnet.

5. Litteratur

- Andersen, R., Muniz, I.P. & Skurdal, J. 1984. Effects of acidification on age class composition in Arctic char (*Salvelinus alpinus* (L.)) and brown trout (*Salmo trutta* L.) in a coastal area, SW Norway. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 61: 5-15.
- 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.
- Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 1995. Current status and distribution of Arctic char *Salvelinus alpinus* (L.) in Norway: The effects of acidification and introductions. Nordic J. Freshw. Res. 1: 275-295.
- 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.
- Kleiven, E. 1995. Enkelte erfaringar med bekkerøya. S. 189-198 i: Hokstad, O. og Skurdal, J. (red.): Spredning av ferskvannsorganismer. Seminarreferat. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1995-4. 242 s.
- Kleiven, E. 1998. Kalkingsresponsar på ulike fiskeartar i Vestre og Austre Grimevatn, Lillesand, og historia om lagesilda (*Coregonus albula*) på Sørlandet. NIVA-rapport, løpenummer 3965-98. 55 s.
- Kleiven, E. og Håvardstun, J. 1997. Fiskebiologiske effektar av kalking i 50 innsjøar. NIVA-rapport, løpenr. 3765-97. 174 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.
- Kleiven, E., Kroglund, F. og Lie, M.C. 2006. Prøvefiske i 2005 i samband med kalkingsslutt i fire innsjøar i Grimstad kommune, Aust-Agder. NIVA-rapport, løpenummer 5183-2006. 34 s.
- Kleiven, E., Matzow, D., Linløkken, A. og Vethe, A. 1990. Regionale fiskeundersøkingar i Gjerstavassdraget. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1990-8. 52 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 trykk).
- Matzow, D. og Simonsen, J.H. 1997. Kultiveringsplan for innlandsfisk, laks og sjøaure i Aust-Agder. Høringsutgave 1997. Fylkesmannen i Aust-Agder. Miljøvern avdelingen. 58 s. + vedlegg.
- Qvenild, T. 1986. Utsettinger av bekkerøye i Norge. Fisk og fiskestell 9. Direktoratet for naturforvaltning. 41 s.
- 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 forureningsovervåking 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, miljøvernavdelingen, rapport nr. 11-1990. 242 s.
- Aadnesen, A. 1995. Striden om fiskerettighetene i Østeråvannet 1791-95. S. 83-88 i: *Dengang på våre kanter*. Årbok Historielaget for Dypvåg, Holt og Tvedestrand.