

Biologisk oppfølging av kalka lokaliteter i Aust-Agder i 2010



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Biologisk oppfølging av kalka lokaliteter i Aust-Agder i 2010	Løpenr. (for bestilling) 6156-2011	Dato 2.02.2011
	Prosjektnr. Undernr. O-10389	Sider Pris 44
Forfatter(e) Einar Kleiven Per Øyvind Gustavsen, Gustavsen naturanalyser Godtfred Anker Halvorsen, LFI, Uni Miljø Anders Hobæk	Fagområde Kalking	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket CopyCat

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Aust-Agder	Oppdragsreferanse Per Kjetil Omholt
---	--

Sammen drag

Sju innsjøer i Aust-Agder; Marksettjenn, Kabrettstetjenn, Steinsvatn, Tegardsvatn, Kjellingtjenn, Skardvatn og Rosalvatnet, er prøv fisket i effekt kontroll av kalking. Undersøkelsene omfattet også dyreplankton og littorale krepsdyr, og bunndyr i utløpselvene, samt vannprøver fra inn- og utløpsbekker. Vannkjemien var svært varierende -; dårlig (forsuret) i Kabrettstetjenn og marginal i Marksettjenn og Kjellingtjenn. Den beste kondisjonen og veksten hadde auren i Steinsvatn. God kondisjon og vekst var det også i Kabrettstetjenn og Rosalvatnet. Dårligst vekst var det i Kjellingtjenn og Tegardsvatn. Fisken i Tegardsvatn hadde god kondisjon. I Skardvatn var det middels fangst av tryte.

Analyser av bunndyr indikerte svært dårlig økologisk status i utløpsbekkene fra Kabrettstetjenn og Kjellingtjenn, mens bekken fra Marksettjenn har dårlig økologisk status. Registreringer av dyreplankton og littorale krepsdyr viste forekomst av forsuringfølsomme arter i Marksettjenn og Skardvatn, mens i de øvrige innsjøene ble det bare påvist moderat følsomme arter. De fleste artene som forekom er ufølsomme for forsuring. Forsuringbegunstigete arter forekom i alle innsjøer unntatt Steinsvatn.

Fire norske emneord 1. Aust-Agder 2. Forsuring 3. Kalking 4. Biologisk mangfold	Fire engelske emneord 1. Aust-Agder 2. Acidification 3. Liming 4. Biodiversity
---	--

Einar Kleiven
Prosjektleder

Øyvind Kaste
Forskningsleder

Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

**Biologisk oppfølging av kalka lokaliteter
i Aust-Agder i 2010**

Forord

På oppdrag fra Fylkesmannen i Aust-Agder er det utført biologiske undersøkelser i sju kalka innsjøer i Aust-Agder som et ledd i effektkontrollen av kalking. Arbeidet er en videreføring av lignende undersøkelser som har vært gjort i fylket tidligere.

Undersøkelsen er utført som et samarbeid mellom flere parter der NIVA har vært hovedansvarlig. Per Øyvind Gustavsen i Gustavsen Naturanalyser har gjennomført feltarbeidet, Godtfred Anker Halvorsen ved LFI, Uni Miljø har hatt ansvaret for bunndyrene, Anders Hobæk for dyreplanktonet og Einar Kleiven for fiskematerialet.

Kontaktperson hos Fylkesmannen i Aust-Agder har vært Per Kjetil Omholt. Fylkesmannen har bidratt med opplysninger om vannkjemidata.

Grimstad, 2. februar 2011

Einar Kleiven

Innhold

Sammendrag	6
Summary	7
1. Innledning	9
2. Omtale av innsjøene	10
2.1 De aktuelle lokalitetene	10
2.1.1 Marksettjenn	10
2.1.2 Kabrettstetjenn	11
2.1.3 Steinsvatn	12
2.1.4 Tegardsvatn	13
2.1.5 Kjellingtjenn	13
2.1.6 Skardvatn	14
2.1.7 Rosalvatnet	16
2.2 Kalking	17
3. Metodikk	18
3.1 Generelt	18
3.2 Vannkjemi	18
3.3 Prøvefiske med garn	18
3.4 Prøvetaking av fisken	18
3.5 Elfiske	19
3.6 Dyreplankton	19
3.7 Bunndyr	20
3.8 Feltarbeid	20
4. Resultater og vurderinger	21
4.1 Totalfangst av fisk	21
4.2 Marksettjenn	21
4.2.1 Vannkjemi	21
4.2.2 Fisk	21
4.2.3 Bunndyr	23
4.2.4 Dyreplankton og littorale krepsdyr	23
4.3 Kabrettstetjenn	23
4.3.1 Vannkjemi	23
4.3.2 Fisk	23
4.3.3 Bunndyr	24
4.3.4 Dyreplankton	24
4.4 Steinsvatn	25
4.4.1 Vannkjemi	25
4.4.2 Fisk	25
4.4.3 Bunndyr	26
4.4.4 Dyreplankton	26
4.5 Tegardsvatn	26
4.5.1 Vannkjemi	26
4.5.2 Fisk	26

4.5.3 Bunndyr	27
4.5.4 Dyreplankton	27
4.6 Kjellingtjenn	28
4.6.1 Vannkjemi	28
4.6.2 Fisk	28
4.6.3 Bunndyr	29
4.6.4 Dyreplankton	29
4.7 Skardvatn	29
4.7.1 Vannkjemi	29
4.7.2 Fisk	29
4.7.3 Bunndyr	31
4.7.4 Dyreplankton	31
4.8 Rosalvatnet	32
4.8.1 Vannkjemi	32
4.8.2 Fisk	32
4.8.3 Bunndyr	33
4.8.4 Dyreplankton	33
5. Sammenligninger	34
5.1 Fangst pr. garninnsats	34
5.2 Kondisjonsfaktor på fisk	35
5.3 Bunndyr	36
5.4 Dyreplankton	37
6. Litteratur	39

Sammendrag

Biologiske undersøkelser er utført i sju kalka innsjøer i Aust-Agder (Marksettjenn, Kabrettstetjenn, Steinsvatn, Tegardsvatn, Kjellingtjenn, Skardvatn og Rosalvatnet). Undersøkelsen omfattet prøvefiske med garn i innsjøene, elektrofiske på bekker, krepsdyrfauna (plankton og littoralt) og bunndyr i utløpsbekkene.

Vannkjemien varierte mye i lokalitetene. I Kabrettstetjenn var vannkjemien for dårlig for biologisk mangfold, med en pH på om lag 5,0. Vannkjemien var også marginal i Marksettjenn og Kjellingtjenn.

I Marksettjenn ble det fanget 14,1 aure pr. 100 m² garnareal. Det var småfallen fisk med dårlig vekst, men med brukbar kondisjonsfaktor. Større fisk hadde et tydelig fall i kondisjonsfaktoren. Det er for god rekruttering til Marksettjenn. Krepsdyrfaunaen var forholdsvis artsrik, og arter sensitive for forurening var til stede. Bunndyr i utløpsbekken indikerte imidlertid forurening med dårlig økologisk status.

I Kabrettstetjenn ble det fanget 8,4 aure pr. 100 m² garnareal. Auren hadde relativt god vekst og god kondisjonsfaktor. Krepsdyrfaunaen var moderat artsrik, med forekomst av moderat sensitive arter. Bunndyr i utløpsbekken indikerte forurening med svært dårlig økologisk status.

I Steinsvatn ble det fanget 8,0 aure pr. 100 m² garnareal. Lengdefordelingen dekket et bredt spekter. Auren hadde god vekst og meget god kondisjonsfaktor. Auren i Steinsvatn hadde den beste veksten og kondisjonen på fisken i de undersøkte innsjøene. Krepsdyrfaunaen var forholdsvis artsrik, og moderat forureningssensitive arter forekom. I utløpsbekken forekom også moderat sensitive bunndyrarter, og tilstanden klassifiseres som moderat økologisk status.

I Tegardsvatn ble det fanget 10,7 aure pr. 100 m² garnareal. Lengde- og aldersfordelingen viser at bestanden var dominert av en aldersgruppe (3+). Det var moderat vekst på auren, som hadde en god kondisjon. Krepsdyrfaunaen var moderat artsrik, med forekomst av moderat sensitive arter. Bunndyr i utløpsbekken indikerte moderat forurening med moderat økologisk status.

I Kjellingtjenn ble det fanget 25,9 aure pr. 100 m² garnareal. Fangsten fra Kjellingtjenn var dominert av to aldersgrupper (1+ og 3+). Veksten var dårlig, og auren stagnerte i vekst i overkant av 20 cm. Kondisjonsfaktoren avtok med økende fiskelengde. Det er tydeligvis for gode rekrutteringsforhold i inn- eller utløpsbekken til Kjellingtjenn. Det ble påvist forholdsvis få krepsdyrarter i Kjellingtjenn, men enkelte moderat forureningfølsomme arter var til stede. Bunndyrene i utløpsbekken indikerte forureningsskade og svært dårlig økologisk tilstand.

I Skardvatn ble det fanget 1,1 aure og 61,3 tryter pr. 100 m² garnareal. Det var ung aure som hadde god vekst og god kondisjonsfaktor. Kondisjonsfaktoren for auren økte mye med økende fiskelengde. I Skardvatn var det middels fangst av tryte. Trytebestanden bestod av mange årsklasser, og fisken hadde relativt bra vekst. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var god. Dessuten ble det fanget to røyer og en stingsild på en bekk. Krepsdyrfaunaen i Skardvatn var relativt artsrik, med forekomst av forureningfølsomme arter. Moderat følsomme arter forekom også blant bunndyrene i utløpsbekken, som ga klassifiseringen moderat økologisk status.

I Rosalvatnet ble det fanget 16,9 aure pr. 100 m² garnareal. Det var ung fisk med god vekst og kondisjonsfaktor. Kondisjonsfaktoren viste stigende tendens med økende fiskelengde. Bunndyr i utløpsbekken indikerte moderat økologisk status. I Rosalvatnet ble det registrert forholdsvis få krepsdyrarter, men dette kan være et resultat av at en del av prøvematerialet gikk tapt.

Summary

Title: Biological monitoring of limed localities in Aust-Agder in 2010

Year: 2011

Author: Einar Kleiven, Per Øyvind Gustavsen, Godtfred Anker Halvorsen and Anders Hobæk

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5891-2.

Biological surveys were conducted in seven limed lakes in Aust-Agder County (Marksettjenn, Kabrettstetjenn, Steinsvatn, Tegardsvatn, Kjellingtjenn, Skardvatn and Rosalvatnet). The survey included test fishing with gill nets, electro-fishing of brooks that showed potential for spawning, zooplankton and littoral crustacean fauna, and benthos communities in the outlet brooks of each lake. In addition, water samples from inlets and outlets were analyzed for chemical parameters relevant for assessing acidification status.

Water quality varied considerably between the localities. In Kabrettstetjenn the water quality was poorest, with a pH of approx. 5.0. The water quality was also marginal in Marksettjenn and Kjellingtjenn.

In Lake Marksettjenn we caught 14.1 brown trout per 100 m² net area. The population consisted of stunted fish with poor growth, while their condition factor was relatively good. Larger fish had a distinct drop in the condition factor, however. Population recruitment was too high in Lake Marksettjenn. Species richness among planctonic and littoral crustaceans was relatively high, including several species sensitive to acidification. The benthic fauna of the outlet stream indicated acidification damage, however (poor ecological status according to Water Framework Directive criteria).

In Lake Kabrettstetjenn 8.4 brown trout per 100 m² net area were caught. Their growth and condition factors were relatively good. The benthic fauna of the outlet brook indicated acidification (very poor ecological status). The crustacean fauna was modestly species-rich, and included some moderately acidification-sensitive species.

In Lake Steinsvatn we caught 8.0 brown trout per 100 m² net area. Their length distribution covered a wide range. Body growth was good and condition factors high. The brown trout in Lake Steinsvatn had the best growth and condition among the investigated lakes. The crustacean fauna was relatively species-rich, and moderately acidification-sensitive taxa occurred. The benthic fauna of the outlet stream included some moderately acidification-sensitive taxa, indicating moderate ecological status.

In Lake Tegardsvatn 10.7 brown trout per 100 m² net area were caught. Length and age distribution showed that the population was dominated by one age group (3+). Growth was moderate and the condition factors good in the brown trout. The crustacean fauna was moderately rich in species, and included moderately acidification-sensitive species. The benthic fauna of the outlet stream included some moderately acidification-sensitive taxa, indicating moderate ecological status.

In Lake Kjellingtjenn we caught 25.9 brown trout per 100 m² net area. The catch was dominated by two age groups (1+ and 3+). The growth was poor, and the brown trout stagnated in growth around 20 cm length. The condition factor decreased with increasing fish length. Population recruitment of brown trout appears to be too high in Lake Kjellingtjenn. Species richness of crustaceans was relatively poor, but included some moderately acidification-sensitive taxa. The benthic fauna of the outlet brook indicated acidification (very poor ecological status).

In Lake Skardvatn only 1.1 brown trout and 61.3 perch per 100 m² net area were caught. They were young trout with good growth. The condition factors were also good, and increased considerably with increasing fish length. In Lake Skardvatn we also obtained an average/good catch of perch. The perch population consisted of several cohorts, and the fish had relatively good growth. The average condition factor was good. Furthermore, we caught two Arctic charr, and a stickleback on a tributary stream. The crustacean fauna was relatively rich in species, including acidification-sensitive taxa. Moderately acidification-sensitive species also occurred among the benthic fauna of the outlet stream, indicating moderate ecological status.

In Lake Rosalvatnet we caught 16.9 brown trout per 100 m² net area. The fish were young with good growth and good condition factors. The condition factor showed increasing values with increasing fish length. The benthic fauna in the outlet stream indicated moderate ecological status. Relatively low species richness of crustaceans was recorded for this lake, but this is likely a result of the loss of one of the samples taken.

1. Innledning

I Aust-Agder kalkes det ca. 100 forsuringsskadde innsjøer regelmessig for å sikre overlevelse eller reetablere fisk/biologisk mangfold (Omholt & Matzow 2010). I tillegg kalkes mer enn 100 bekker med skjellsand eller kalkgrus for å sikre overlevelse av aure (*Salmo trutta*). Årlig følges noen av disse innsjøene og/eller bekkene opp med biologiske undersøkelser for å evaluere effekten av kalkingstiltakene.

Vannkvaliteten i mange av innsjøene i Aust-Agder har blitt bedre de siste årene, og flere innsjøer er nå i en fase der kalkingen kan reduseres eller eventuelt avsluttes (Omholt & Matzow 2010). Fylkesmannen har for 2010 valgt ut sju innsjøer som de ønsket å få undersøkt nærmere i Gjerstad, Risør og Vegårshei kommuner. De fleste av disse innsjøene har blitt kalket i lang tid. Kalkingsbehovet har blitt betydelig redusert de siste årene, og i noen av innsjøene bør det vurderes en eventuell kalkingsstopp.

Den foreliggende rapporten er et resultat av undersøkelsene høsten 2010.



Foto fra Tegardsvatn. Foto: Per Øyvind Gustavsen.

2. Omtale av innsjøene

De aktuelle kalkingslokalitetene som ble undersøkt i Aust-Agder i 2010 ligger i de tre kommunene Gjerstad, Risør og Vegårshei, øst i fylket. En oversikt over innsjøene framgår av **Tabell 1**. De ligger fra 18 til 314 moh. og arealet varierer fra 0,03 til 2,80 km². Bare en innsjø, Skardvatn, er over 0,5 km².

Skrivemåten på innsjøene er stort sett etter NVE.no. Unntaket er Kabrettstetjenn (etter inatur.no) og Rosalvatnet.

Tabell 1. Oversikt over kalka innsjøer som er plukket ut for biologisk oppfølging i Aust-Agder i 2010 (Etter Omholt & Matzow (2010) og NVE.no).

Innsjønavn/(Kommune)	NVE-nr.	Vassdragsnummer	Hoh., m	Innsjøareal, km ²
Marksettjenn (Gjerstad)	8.224	018.3F	307	0,09
Kabrettstetjenn (Gjerstad)	8.264	018.3F	314	0,07
Steinsvatn (Gjerstad)	8.449	018.3D	300	0,05
Tegardsvatn (Gjerstad)	8.470	018.3D	289	0,05
Kjellingtjenn (Gjerstad)	8.086	018.3F	226	0,03
Skardvatn (Risør)	1.261	018.1D	18	2,80
Rosalvatnet (Vegårshei)	9.476	018.BZ	154	0,34

2.1 De aktuelle lokalitetene

2.1.1 Marksettjenn

Marksettjenn (**Figur 1**) ligger i kupert terreng vest i Øvre Gjerstad, i Gjerstad kommune. Nedbørfeltet er karakterisert av barskog med snaue knauser på toppene. De høyeste delene av nedbørfeltet når opp i 519 moh. Overfor Marksettjenn ligger den neste lokaliteten i undersøkelsen, Kabrettstetjenn (jf. 2.1.2).

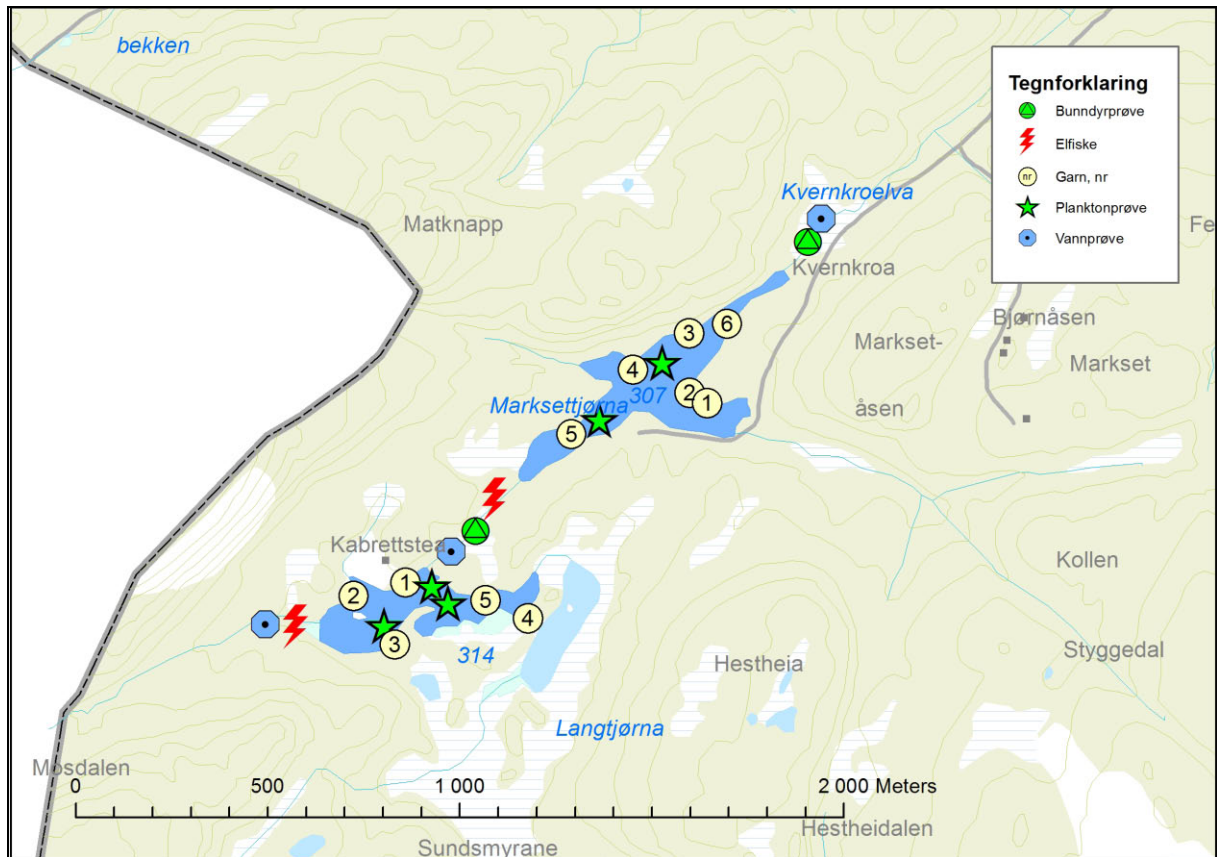
Opplysningene om kalkingene i Marksettjenn kan være noe ufullstendig. Skov mfl. (1990) opplyser at Marksettjenn ble kalket årlig med 12 tonn kalksteinsmel i tidsrommet 1985-1989. Omholt & Matzow (2010) skriver at lokaliteten ble første gang kalket med fint kalksteinsmel vinteren 1993. Deretter ble tjenna kalket i 1996, 1997, 1998, 1999, 2001 og 2007. Etter det er det ikke kalket i innsjøen.

Det er ikke gjennomført biologiske undersøkelser, men det er tatt vannprøver jevnlig fra utløpet av innsjøen. Kalkingsmålet er å sikre eller reetablere bestand av innlandsfisk.

Eneste fiskeart i Marksettjenn er aure. Fiskeinteressene i Marksettjenn er organisert i Gjerstad Jeger- og Fiskeforening (Omholt & Matzow 2010).

I 2010 ble Marksettjenn prøvefisket og innløpsbekken i sørvest, Marksetbekken, elfisket (**Figur 1**). Dessuten ble det tatt bunndyrprøve i innløpsbekken og planktonprøve i innsjøen.

Dyreplanktonet i Marksettjenn er tidligere undersøkt av Nilssen & Wærvågen (2002, 2003).



Figur 1. Kart over Marksettjenn og Kabrettstetjenn med garnplassering og prøvetakingsstasjoner.

2.1.2 Kabrettstetjenn

Kabrettstetjenn (**Figur 1**) ligger i kupert terreng vest i Øvre Gjerstad, i Gjerstad kommune. Lokaliteten ligger ovenfor Marksettjenn i samme vassdrag (jf. 2.1.1). Nedbørfeltet til Kabrettstetjenn er karakterisert av barskog med snaue knauser på toppene og med et større myrområde sør for lokaliteten. De høyeste delene av nedbørfeltet når opp i 519 moh. Det er en demning i utløpet, som sannsynligvis er en gammel tømmerdam. Vannstanden er høyere enn det framgår av kartet. Derfor er det sammenhengende vann opp til Langtjenn rett ovenfor.

Kabrettstebekken er en gytebekk som renner inn i sørvest (**Figur 1**). Det er ca. 50 m² gyteareal før det er et vandringshinder.

Kabrettstetjenn ble kalket årlig med 10 tonn skjellsand i årene 1985-1989 (Skov mfl. 1990). Lokaliteten ble innsjøkalket i 1996-1999, i 2001 og 2007 (Omholt & Matzow 2010). I 2001 ble det konkludert med at målsettingen om å sikre/reetablere innlandsfisk i innsjøen var oppnådd. Det er ikke foretatt undersøkelser utover å ta vannprøver etter 2001. Kalkingsmålet er å sikre eller reetablere bestand av innlandsfisk.

Eneste fiskeart i Kabrettstetjenn er aure. Fiskeinteressene i Kabrettstetjenn er organisert i Gjerstad Jeger og Fiskeforening (Omholt & Matzow 2010).

I 2010 ble Kabrettstetjenn prøvefisket og innløpsbekken i sørvest, Kabrettstebekken, elfisket (**Figur 1**). Dessuten ble det tatt bunndyrprøve i utløpsbekken og planktonprøve i innsjøen.

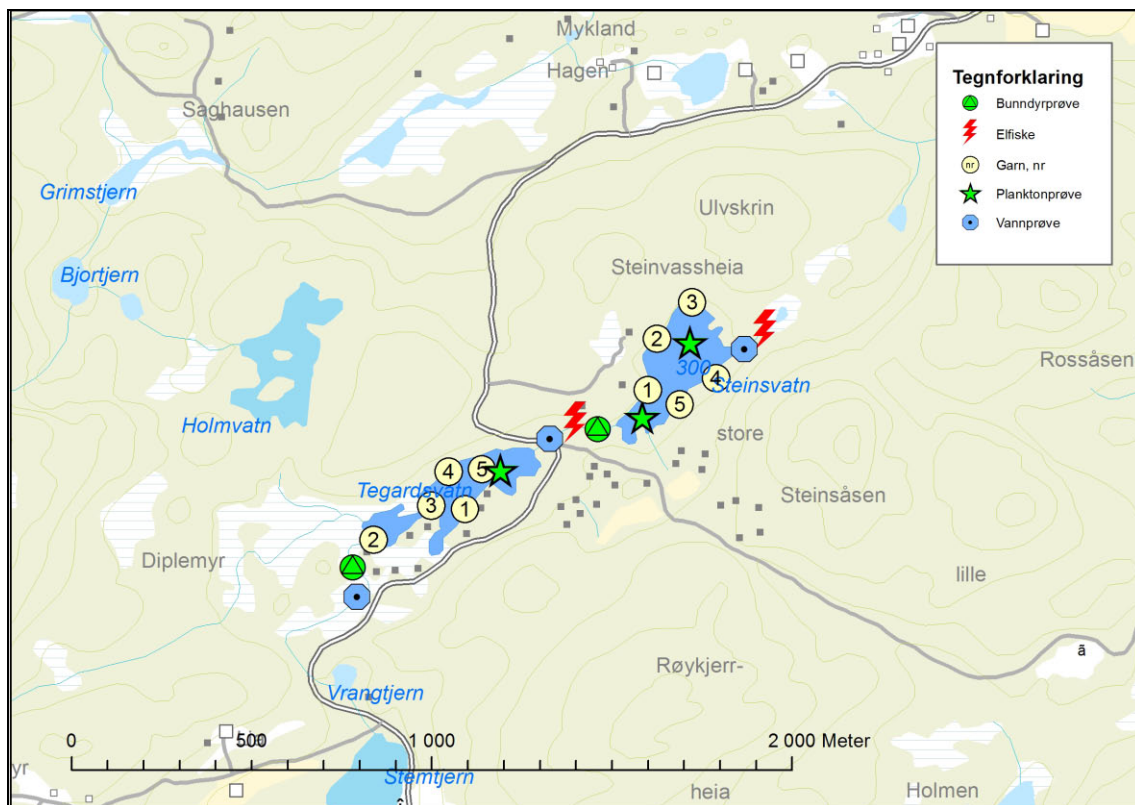
2.1.3 Steinsvatn

Steinsvatn (**Figur 2**) er et endevann som ligger i småkupert terreng vest for Gjerstad i Gjerstad kommune. Lokaliteten ligger ovenfor Tegardsvatn i samme vassdrag (jf. 2.1.4). Nedbørfeltet til Steinsvatn er karakterisert med barskog. De høyeste delene av nedbørfeltet når opp i om lag 410 moh.

Steinsvatn ble kalket høsten 1987 (Skov mfl. 1990; Omholt & Matzow 2010). Senere er lokaliteten kalket i 1996, 1997, 1999, 2001 og i 2007. Det er ikke gjennomført undersøkelser i vannet siden 2001, og statusen på grad av måloppnåelse er usikker. Det er tatt vannprøver i 2003, 2006 og 2007. Kalkingsmålet for Steinsvatn er å sikre/reetablere innlandsfisk.

Eneste fiskeart i Steinsvatn er aure. Aure fra eget vassdrag er satt ut (Skov mfl. 1990). Fiskeinteressene i Steinsvatn er organisert i Gjerstad Jeger- og Fiskeforening (Omholt & Matzow 2010).

I 2010 ble Steinsvatn prøvefisket og innløpsbekken i nordøst ble elfisket (**Figur 2**). Dessuten ble det tatt vannprøver, bunndyrprøve i utløpsbekken og planktonprøve i innsjøen.



Figur 2. Kart over Steinsvatn og Tegardsvatn med garnplassering og prøvetakingsstasjoner.



Satelittfoto som viser det omfattende teppet av nøkkeroser i Tegardsvatn (Kilde: inatur.no)

2.1.4 Tegardsvatn

Tegardsvatn (**Figur 2** og **satelittfoto**) ligger i småkupert terreng vest for Gjerstad. Lokaliteten ligger nedenfor Steinsvatn i samme vassdrag (jf. 2.1.3). Nedbørfeltet til Tegardsvatn er karakterisert med barskog og noe myr i den vestre enden. De høyeste delene av nedbørfeltet når opp i 519 moh. Lokaliteten er svært grunn, noe som gjør at det vokser nøkkeroser over nesten hele lokaliteten. Det er bare ett område der det er så dypt at det er fritt for nøkkeroser (jf. satelittfoto).

Kalking av Tegardsvatn ble startet på 1980-tallet. Senere ble Tegardsvatn innsjøkalket i 1996, 1997, 2001 og 2007 (Omholt & Matzow 2010). Det er regelmessig tatt vannprøver i vannet til og med våren 2008. I 2001 ble det konkludert med at målet var oppnådd, men det er ikke gjennomført noen undersøkelser utover det å ta vannprøver etter dette. Kalkingsmålet er å sikre/reetablere innlandsfisk.

Eneste fiskeart er aure. Aure fra eget vassdrag er satt ut (Skov mfl. 1990). Tegardsvatn ble undersøkt fiskebiologisk i 1995 (Forseth mfl. 1997). Fiskeinteressene i Tegardsvatn er organisert i Gjerstad Jeger og Fiskeforening (Omholt & Matzow 2010).

I 2010 ble Tegardsvatn prøvofisket og innløpsbekken i nordøst ble elfisket (**Figur 2**). Dessuten ble det tatt vannprøver, bunndyrprøver i utløpsbekken og planktonprøve i innsjøen.

Bunndyr og dyreplankton er tidligere undersøkt i 1995 (Forseth mfl. 1997).

2.1.5 Kjellingtjenn

Kjellingtjenn (**Figur 3**) ligger i kupert terreng i øvre Gjerstad. Nedbørfeltet til Kjellingtjenn er karakterisert med barskog og berg i dagen i de relativt bratte lisdene og på de høyeste områdene. De

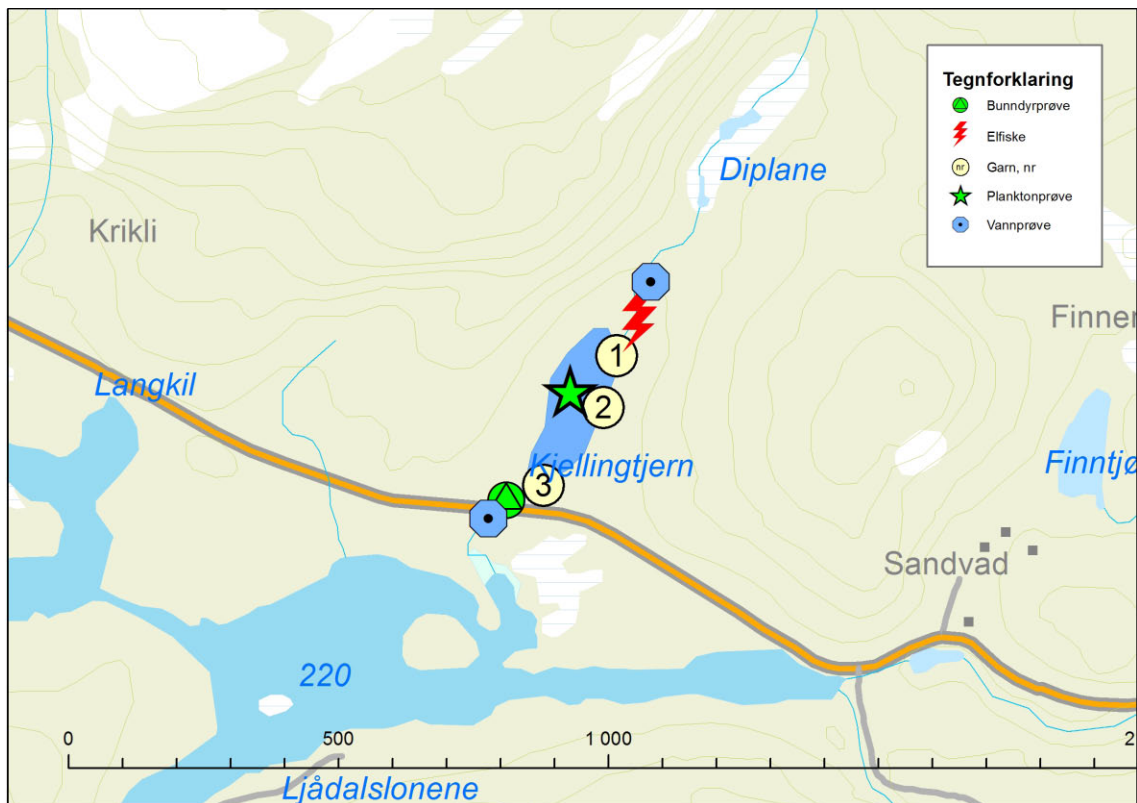
høyeste delene av nedbørfeltet når opp i 503 moh. Bekken fra Kjellingtjenn renner ut i Ljådalslonene, som er en utvidelse av Storelva.

I innløpet til Kjellingtjenn var det en kalkdoserer fra 1981 og i noen tid framover (Omholt & Matzow 2010). Skov mfl. (1990) opplyser at det ble kalket årlig med 19 tonn kalksteinsmjøl i tidsrommet 1985-1989. Kjellingtjenn ble innsjøkalket i 1993, 1996, 1997 og 1998 (Omholt & Matzow 2010). Det ble sist tatt vannprøve i lokaliteten høsten 2000. I 1998 ble det konkludert med at målet var oppnådd, men det er ikke gjennomført noen undersøkelser i vannet etter dette. Kalkingsmålet er å sikre/reetablere innlandsfisk.

Aure er eneste fiskeart i Kjellingtjenn. Fiskeinteressene i Kjellingtjenn er organisert i Gjerstad Jeger og Fiskeforening (Omholt & Matzow 2010).

I 2010 ble Kjellingtjenn prøvafisket og innløpsbekken i nordøst ble elfisket (**Figur 3**). Dessuten ble det tatt vannprøver, bunndyrprøve i utløpsbekken og planktonprøve i innsjøen.

Dyreplanktonet i Kjellingtjenn er tidligere undersøkt av Nilssen & Wærvågen (2002, 2003).



Figur 3. Kart over Kjellingtjenn med garnplassering og prøvetakingsstasjoner.

2.1.6 Skardvatn

Skardvatn (**Figur 4**) ligger rett over fjorden nord for Risør by i Risør kommune på grensa mot Kragerø kommune i Telemark. Innsjøen er langstrakt med flere langstrakte armer i nordvestlig og sørvestlig retning, noe som gjør innsjøen svært oppfluket og karakteristisk. Formasjonen er en følge av de geologiske strukturene i området. Nedbørfeltet er relativt lite, og det er karakterisert av barskog som dominerende treslag. Det er noen gårdsbruk i området. Det høyeste punktet i nedbørfeltet er på 184

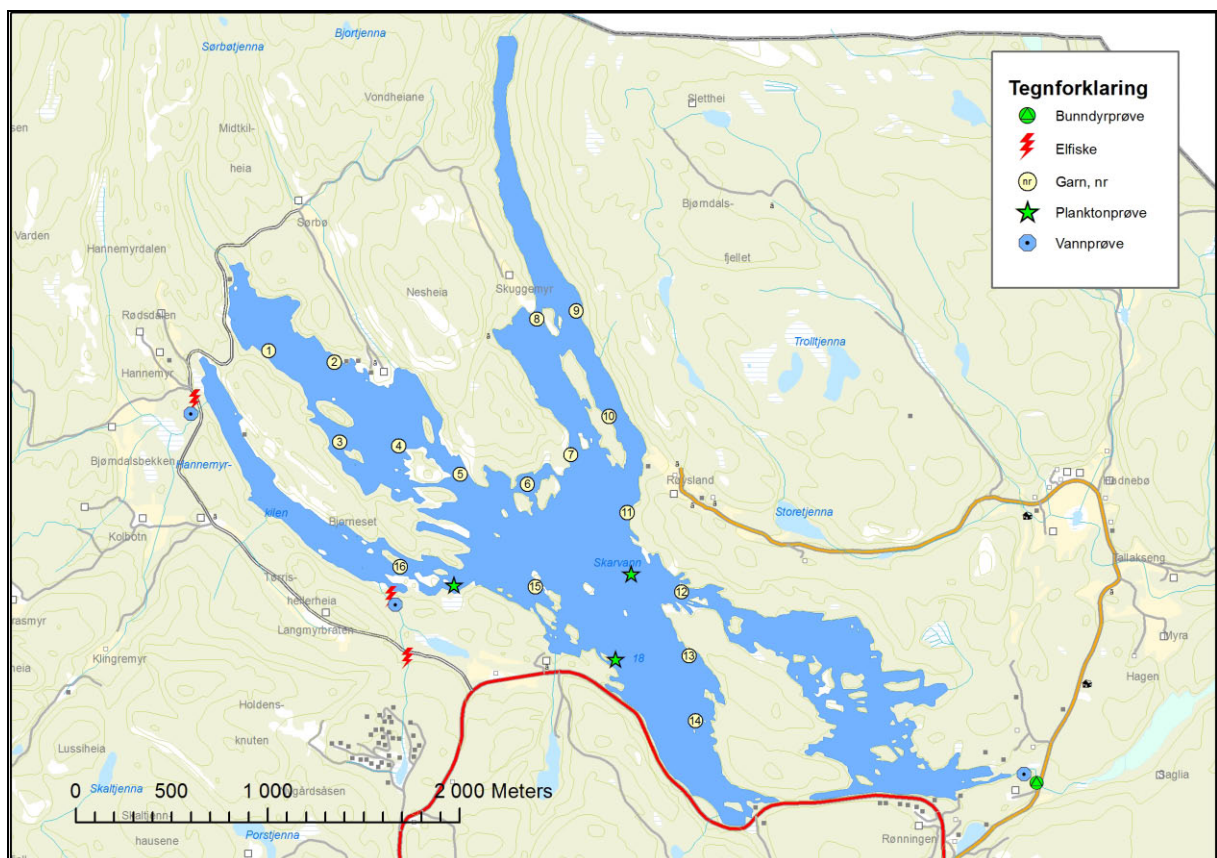
moh. Utløpselva tar en lang omveg østover om Leivatn (utenfor kartet i sørøst i figur 4) og ut i Leivasselva som renner ut i sjøen ved Gjernes. Det er ingen muligheter for oppgang fra sjøen, fordi det ligger et stort smoltanlegg ved utløpet (Matzow mfl. 1990). Dessuten er det også en gammel fisketrapp som er ute av funksjon. Sommeren 2010 var bekkene ganske tørre (Alf K. Fiskebekk, pers. medd.).

Skardvatn ligger bare 18 moh. (**Tabell 1**), og det medfører at det ikke er utsatt for surt vann i samme grad som lokaliteter som ligger over marin grense. Skardvatn ble kalket i 1992 og i 1997 med henholdsvis 192 og 180 tonn kalksteinsmel (Omholt & Matzow 2010). Innsjøen blir kalket hvert 5. år (Vigerstøl 2003). Det har blitt brukt ca. kr 25.000,- på skjellsand årlig de seneste år (Alf K. Fiskebekk, pers. medd.). Det er tatt vannprøve av vannet regelmessig til og med 2008 (Omholt & Matzow 2010).

Skardvatn er reservevannkilde til Risør kommune (Skov mfl. 1990). Fiskeinteressene i Skardvatn er organisert i Skarvann Fiskelag (Omholt & Matzow 2010).

Det er ikke foretatt biologiske undersøkelser i vannet tidligere, og status for måloppnåelse er ukjent. Kalkingsmålet er å sikre det biologiske mangfoldet i innsjøen.

Det er aure, røye, tryte (*Perca fluviatilis*) og ål (*Anguilla anguilla*) i Skardvatn (Skov mfl. 1990), som dessuten opplyser at det årlig ble satt ut 300 aureyngel i innsjøen. Den gamle aurestammen har overlevd, men det har gjennom de siste 20 årene (skrevet i 2003) vært satt ut en del aure, for det meste av Telemarksstammer, innkjøpt fra Grenland sportsfiskeklubb (Vigerstøl 2003). På elfisket i



Figur 4. Kart over Skardvatn med garnplassering og prøvetakingsstasjoner.

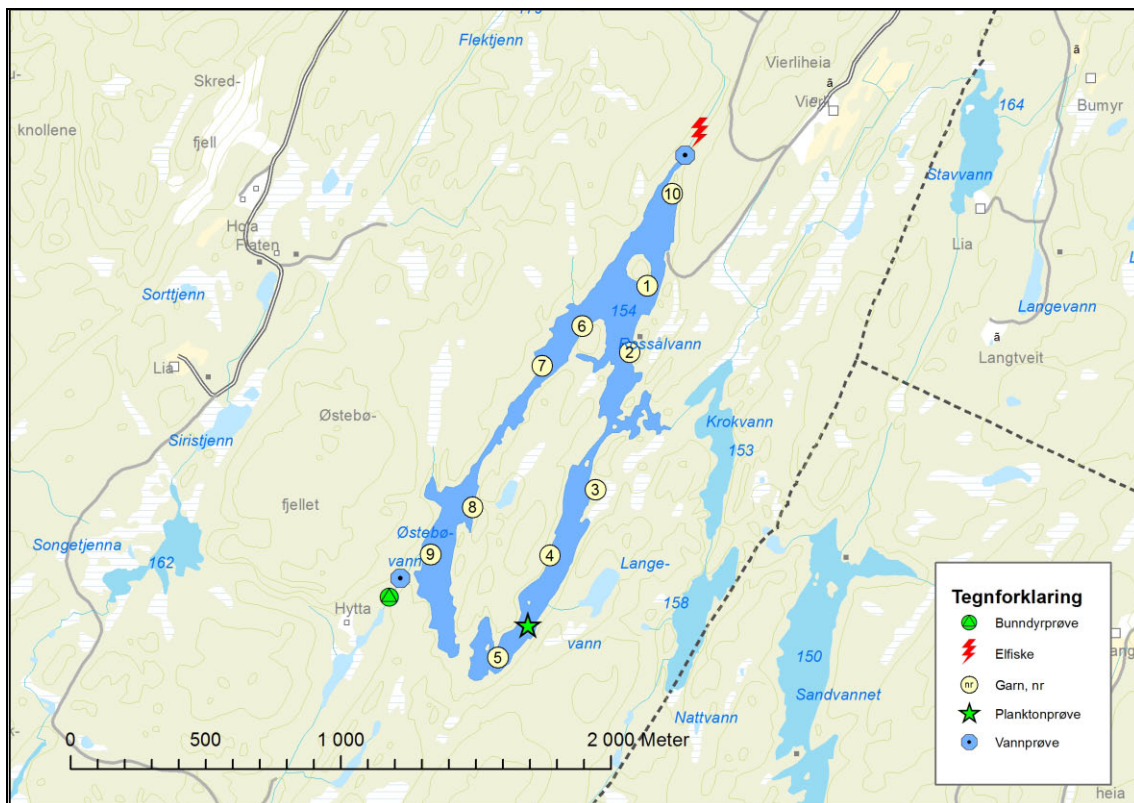
Fiskebekken i 2010 ble det fanget én trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) (jf. under kap. 4). Det er en del ål i Skardvatn (Vigerstøl 2003). Kanadisk bekkerøye har vært utsatt i noen lokaliteter i nedbørfeltet, men den har ikke vært sett siden 1997.

I 2010 ble Skardvatn prøvofisket og i tillegg ble Bjørndalsbekken i nordvest og Fiskebekken lenger sørøst elfisket (**Figur 4**). Bjørndalsbekken har et nedbørfelt som forgreiner seg i en vifte og dekker en relativt stor del av nedbørfeltet til Skardvatn i øst. Bekken ble undersøkt nede ved vegen der det var god produksjon. Fiskebekken er forholdsvis kort, med vandringshinder litt ovenfor vegen. Begge bekkene produserer bra/godt med yngel. I tillegg til prøvofiske og elfiske ble det tatt vannprøver, bunndyrprøve i utløpsbekken og planktonprøver i innsjøen.

Dyreplanktonet i Skardvatn er tidligere undersøkt av Nilssen & Wærvågen (2002, 2003).

2.1.7 Rosalvatnet

Rosalvatnet (**Figur 5**) ligger i småkupert terreng om lag 3 km nordvest for Songe i Risør kommune. Innsjøen er langstrakt med ei stor halvøy som strekker seg i 2/3 lengde av innsjøen. Formasjonen er også her en følge av de geologiske strukturene i området. Nedbørfeltet er karakterisert av barskog med innslag av lauvskog. De høyeste delene av nedbørfeltet når opp i 233 moh. Avrenningen skjer sørvestover ut i Skjerka og videre ut i nedre delen av Vegårvassdraget.



Figur 5. Kart over Rosalvatnet med garnplassering og prøvetakingsstasjoner.

Grandalsbekken i nord er en bekk med godt potensiale, flere partier med gytegrus, gode oppvekstvilkår med større stein og overhengende vegetasjon.

I 1989 ble det målt en pH på 4,5 i Rosalvatnet (Skov mfl. 1990). Rosalvatnet, saman med Sandvatn Stavvatn, og Haukåslona, mistet sine fiskebestander på 1960-tallet. Det er satt ut bekkerøye i både Stavvatn og Rosalvatnet.

Rosalvatnet er kalket hvert år fra 1991 til og med 2004 (Omholt & Matzow 2010). I tillegg ble vannet kalket i 2006 og 2009. Det er tatt vannprøver regelmessig i denne perioden. Kalkingsmålet er sikring og reetablering av innlandsfisk. Det er ikke gjennomført noen biologiske undersøkelser i området, og status på måloppnåelse er derfor ukjent.

Fiskeinteressene i Rosalvatnet er organisert i Skjerka Fellesfløting (Omholt & Matzow 2010).

I 2010 ble Rosalvatnet prøvefisket og innløpsbekken i nordøst ble elfisket (**Figur 5**). Dessuten ble det tatt vannprøver, bunndyrprøve i utløpsbekken og planktonprøve i innsjøen.



Fiskefangsten på prøvefisket i Steinsvatn i 2010. Foto Per Øyvind Gustavsen

2.2 Kalking

Kalking er omtalt under de enkelte lokalitetsomtalen. Det foreligger ikke tilstrekkelig oversikt over kalkforbruket til å framstille det samlet for hver enkelt lokalitet.

3. Metodikk

3.1 Generelt

I fiskeundersøkelsene legger NIVA til grunn de krav som er nedfelt i EUs Vanndirektiv (Annex 5; klassifisering av økologisk tilstandsklasse). I følge direktivet er det standard prosedyre ved prøvafiske å opplyse om fiskeart, CPUE (fangst pr. innsats) og fiskealder. Prøvafisken ble gjennomført i henhold til retningslinjene som er gitt for fiskeundersøkelser fra DN i rapporten "Undersøkelser i kalkede vann og vassdrag - innhold og omfang" (Hindar mfl. 1996). Garna ble likevel ikke satt på forskjellige dyp, men fra land og utover. Det ble brukt Nordiske garn ved prøvafisken, som har maskevidder fra 5 - 55 mm i et og samme garn.

I tillegg til de nevnte opplysninger, lager vi figurer på aldersfordelingen, lengdefordelingen, empirisk vekst med standardavvik og kondisjonsfaktor for de ulike fiskeartene som fanges på prøvafisken.

3.2 Vannkjemi

Vannprøver i de aktuelle lokalitetene ble tatt av Fylkesmannen i Aust-Agder høsten 2010 (jf. Omholt & Matzow 2010), og er analysert for bl.a. pH, aluminium, TOC og ANC (jf. **Vedlegg 1**).

3.3 Prøvafiske med garn

Prøvafisken er utført med Nordiske garn som har maskevidder fra 5 - 55 mm i et og samme garn. (jf. Hindar mfl. 1996).

Tabell 1. Oversikt over prøvafiske i kalkingslokalitetene i Aust-Agder i 2010.

Innsjø	Prøvafiske-dato	Antall garn
Marksettjenn	20.-21.09.	6
Kabrettstetjenn	30.-31.08.	5
Steinsvatn	14.-15.09.	5
Tegardsvatn	14.-15.09.	5
Kjellingtjenn	20.-21.09.	3
Skardvatn	31.08.-1.09.	16
Rosalvatnet	15.-16.09.	10

3.4 Prøvetaking av fisken

Aldersanalysene på fisken er utført på øresteiner etter modifisert metodikk (Kleiven & Linløkken 2010) på grunnlag av metodeartikkelen til Christensen (1964).

Et utvalg på inntil 30 fisk av hver art er aldersanalysert fra hver lokalitet. Overskytende fangst er lengdemålt og veid for vurdering av kondisjon. Dataene er brukt for analyse av bestandsstruktur, vekst og tetthet.

På alle fisk som aldersbestemmes tas standard prøver/målinger, herunder bestemmelse av kjønn, stadium, kjøttfarge, magefylling (0-5) og eventuell infeksjonsgrad av parasitter.

3.5 Elfiske

Rekrutteringen av aure ble undersøkt med elfiske i aktuelle gytebekker (innløpsbekk(er)/ utløpsbekk). Standard metodikk er benyttet med tre suksessive overfiskinger etter standardisert opplegg utført av Bohlin mfl. (1989). Tre overfiskinger ble ikke utført der det var svært liten eller ingen fangst fordi det ikke går an å beregne tetthet. All fisk som ble fanget på elfisket ble artsbestemt, lengdemålt og sluppet ut igjen.

Elfiske ble utført i:

Marksettjenn:	Marksetbekken
Kabrettstetjenn:	Kabrettstebekken
Steinsvatn:	Bekken inn i Steinsvatn
Tegardsvatn:	Bekken inn i Tegardsvatn
Kjellingtjenn:	Bekken inn i Kjellingtjenn
Skardvatn:	Bjørndalsbekken i nordvest og på to plasser i Fiskebekken i sørvest
Rosalvatnet:	Grandalsbekken i nordøst

3.6 Dyreplankton

Innsamling av dyreplankton ble gjort med en planktonhåv (diameter 30 cm, maskevidde 100 µm). Prøvene ble tatt som vertikale trekk ved innsjøens antatt dypeste område. Prøvene ble konserverte med denaturert etanol. I laboratoriet ble prøvene gjennomgått under lupe (4-50 X forstørrelse), mens et mikroskop (opp til 40 – 100 X forstørrelse) ble benyttet for artsbestemmelser. Ved opptelling av prøvene ble volumet justert til 50-150 ml, og 4 delprøver hver på 5 ml overført til en tellesleide. Tall fra delprøvene ble så ganget opp til hele prøvens volum. I tillegg ble hele prøven gjennomgått under lupe for å registrere fåtallige arter. Antall individer pr. prøve er ganget opp til individer pr. m² innsjø-overflate.

I tillegg til planktonprøver ble det tatt håvtrekk med den samme håven i strandsonen på en eller to stasjoner i hvert vann. Hensikten med dette var å registrere krepsdyrarter knyttet til bunnsubstrat og vannvegetasjon. Artsutvalget av krepsdyr i disse habitatene er ofte større enn i de åpne vannmasser, og flere av disse artene er kjent som forsuringfølsomme (Aagaard mfl. 2002). På grunn av stort innhold av detritus, planterester og lignende er disse prøvene ikke talt opp, men gjennomgått for å registrere hvilke arter som var til stede.

Nomenklaturen følger Flössner (1972; 2000) for vannloppene, Kiefer (1978a; b) for hoppekreps og Koste (1978) for hjuldyr. For slekten *Daphnia* følger nomenklaturen Petrussek mfl. (2008). Resultatene rapporteres og vurderes basert på forekomst av forsuringstolerante og følsomme arter (Aagaard mfl. 2002; Hobæk 1998). Felles for alle prøvene var at antall hjuldyr var lavt, og bare de største artene var til stede. Dette tyder på at den reelle maskevidden i håven har vært for stor for denne prøvetakingen. Forholdet er uheldig, fordi flere mindre arter hjuldyr har informasjonsverdi i forhold til forsuring.

Prøver på dramsglass ble sendt i posten. Dessverre ble to av glassene knust i forsendelsen. Spriten hadde også vasket vekk mye av merkingen på øvrige glass, slik at informasjon om prøvetype, innsjø, dato og dyp er mangelfull. Det ble derfor et puslespill å finne ut av hvilke innsjøer de ulike prøvene hørte til. Av disse er det en prøve der bare "12 m" er lesbart av merkingen. Denne antas å være et vertikaltrekk fra Skardvatn. Tilsvarende er en prøve der bare "ngtj." er lesbart antatt å være et vertikaltrekk fra Kjellingtjenn.

Prøvene som var knust var vertikaltrekk fra Rosalvatn og littoralt trekk fra Tegardsvatn. Noe av materialet fra disse kunne berges, men var blandet sammen. Littorale arter fra denne blandingen er oppført som registrert i Tegardsvatn. Siden littoraltrekkene var dominert av pelagiske arter kunne slike

arter imidlertid ikke tilskrives Rosalvatn, og for denne innsjøen rapporteres bare arter registrert i littoralprøven.

3.7 Bunndyr

Bunndyr er bare innsamlet i utløpsbekkene. Opplegget er mindre enn det som er anbefalt av Hindar mfl. (1996), og som ble benyttet av Forseth mfl. (1997), men prøver fra utløpsbekken er de beste for å vurdere forsurenings situasjonen i et vann. Prøvene er tatt så seint som mulig (oktober), fordi det da er flere arter som har vokst seg inn i fangbar og identifiserbar størrelse. Klassifiseringen av lokalitetene med hensyn på forsurening følger den nye veilederen fra Vanndirektivet (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009).

3.8 Feltarbeid

Feltarbeidet er gjort av Gustavsen naturanalyser ved Per Øyvind Gustavsen og Øverby Skog ved Lars Tormodsgard.



Innløpsbekken til Kjellingtjenn. Foto: Per Øyvind Gustavsen.

4. Resultater og vurderinger

4.1 Totalfangst av fisk

Det ble fanget aure i alle innsjøene som ble prøvofisket (**Tabell 2**). Tryte ble fanget i en av innsjøene, nemlig Skardvatn. Til sammen ble det fanget 218 aure og 441 tryter i de undersøkte innsjøene. Trytene ble fanget i Skardvatn.

Fangst pr. garninnsats for aure varierte fra 1,1 til 25,9 fisk pr. 100 m² garnareal (**Tabell 2**). Når det gjelder tryta i Skardvatn var fangst pr. garninnsats 61,3 fisk pr. 100 m² garnareal.

I tillegg ble det fanget 2 røyer og 1 stingsild i Skardvatn. En ål ble observert mens den spiste på fisk i et garn. Også mange andre garn i Skardvatn hadde fisk med tegn på at de var spist av. Det kan tyde på godt med ål i innsjøen.

Tabell 2. Oversikt over fangsten på prøvofisket i august/september 2010 i de sju kalkede innsjøene i Aust-Agder.

Innsjønavn	Antall garn	Antall aure fanget	Antall tryter fanget	Antall norske røyer fanget	Aure: Fangst pr. 100 m ²	Tryte: Fangst pr. 100 m ²
Marksettjenn	6	38			14,1	
Kabrettstetjenn	5	19			8,4	
Steinsvatn	5	18			8,0	
Tegardsvatn	5	24			10,7	
Kjellingtjenn	3	35			25,9	
Skardvatn	16	8	441	2	1,1	61,3
Rosalvatnet	10	76			16,9	
Sum/gjennomsnitt		218	441	2	12,2	61,3

4.2 Marksettjenn

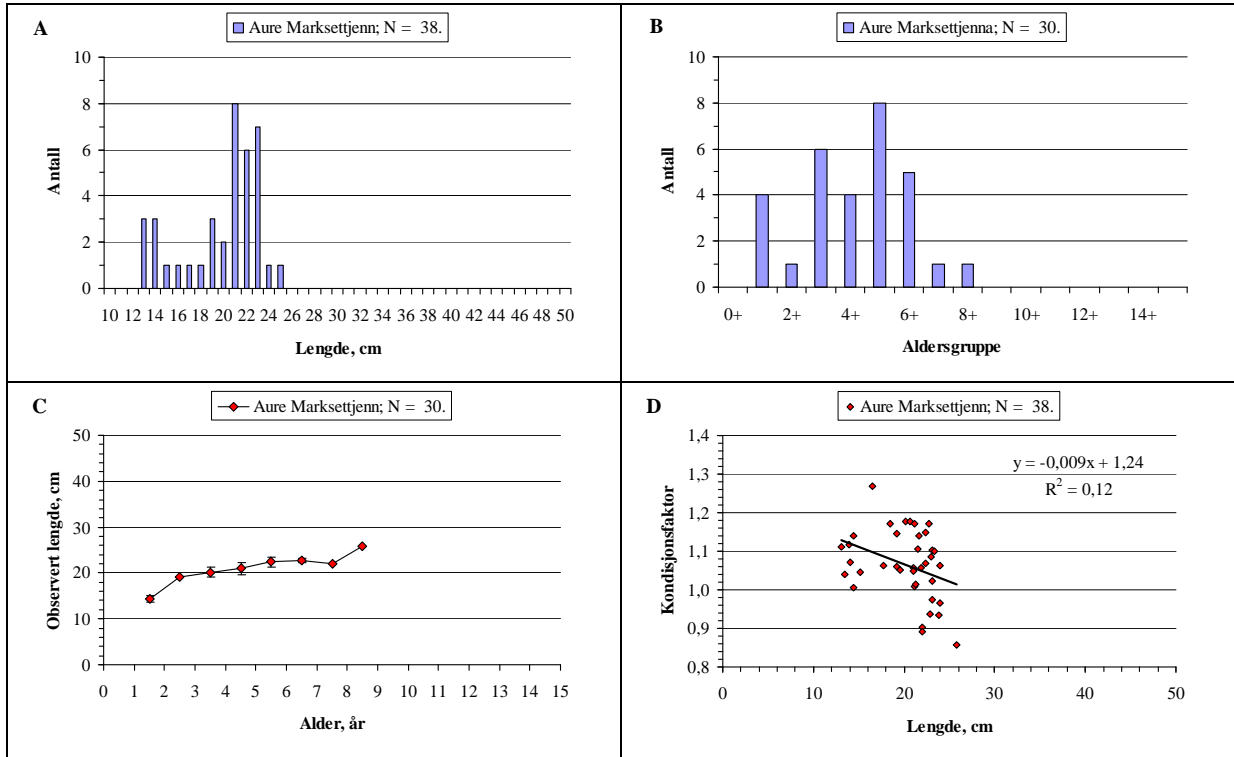
4.2.1 Vannkjemi

En vannprøve fra innløpsbekken til Marksettjenn fra november 2010 kom bort i forsendelse til laboratoriet. En prøve tatt i utløpet 2.11.2010 viste en pH på 5,26, en kalsiumkonsentrasjon på 0,99 og TOC på 7 mg C/l (**Vedlegg 1**).

4.2.2 Fisk

Fangst av aure pr. 100 m² garnareal i Marksettjenn i 2010 var 14,1 fisk (**Tabell 2**; jf. kap. 5.1).

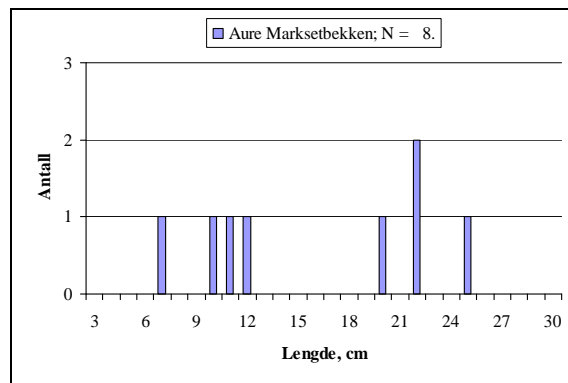
Lengdefordelingen for aure fanget på prøvofisket i Marksettjenn viser fisk fra 13 til 25 cm, med flest fisk ved 21-23 cm (**Figur 6A**). Aldersfordelingen viser fisk i aldersgruppene 1+ - 8+ (**Figur 6B**). Aldersgruppe 2+ var svak. Vekstkurven viser bra vekst de første tre årene (**Figur 6C**). Veksten stagnerer ved om lag 24 cm. Kondisjonsfaktoren varierte hovedsakelig mellom 0,9 og 1,2 (**Figur 6D**). Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var 1,06 (N = 38; SD = 0,09). Kondisjonsfaktoren viser en tydelig nedgang med økende fiskelengde, noe som indikerer for mye fisk i forhold til næringstilgangen.



Figur 6. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for aure fanget på prøvafiske i Marksettjenn i 2010.

Det ble fanget 8 fisk på elfiske i Marksetbekken, som kommer fra Kabrettstetjenn (**Figur 7**). Det ble fanget bare en yngel, og ungfisken er nok underrepresentert. Det var mye stor fisk over en lang strekning. Det er ikke estimert tetthet på Marksetbekken fordi det ble fanget for lite ung fisk til det.

Marksettjenn er overbefolket av aure. Tilgangen av fisk er varierende, men samlet sett for god. Kalkingsmålet kan karakteriseres som oppnådd.



Figur 7. Lengdefordeling for aure fanget på elfiske i Marksetbekken i 2010.

4.2.3 Bunndyr

Det ble funnet 19 taxa / arter i utløpsbekken fra Marksettjenn. Artene er vist i **Vedlegg 2**. Det eneste forsuringfølsomme taxonet som ble registrert var den litt følsomme ertermuslingen (*Pisidium* sp.). Forsuringsindeksen viser et betydelig forsuringsskadet bunndyrsamfunn i utløpsbekken. Etter veilederen i Vanddirektivet (Direktoratsgruppa Vanddirektivet, 2009) klassifiseres Marksettjenn som 'dårlig økologisk status' med hensyn på forsuring.

4.2.4 Dyreplankton og littorale krepsdyr

I Marksettjenn ble det totalt påvist 15 arter vannlopper og 6 arter hoppekreps. De fleste artene i planktontrekket fantes også i littoraltrekket. I tillegg fantes her også den forsuringfølsomme hoppekrepsen *Eucyclops denticulatus* i strandsonen. Også en rekke moderat følsomme arter fantes, (*Daphnia* cf. *lacustris*, *Alona intermedia*, og tre cylopoide hoppekrepsarter). Imidlertid forekom også arter som begunstiges av surt vann (*Streblocerus serricaudatus* og *Alona rustica*). Tettheten av *Daphnia* var svært lav, trolig som følge av høy fisketetthet.

4.3 Kabrettstetjenn

4.3.1 Vannkjemi

Den 30.08.2010 var pH 5,50 og kalsiumkonsentrasjonen 0,88 i Kabrettstebekken. Resultatene er brukbare for bekken, men spørsmålet er om det ikke er for dårlig under mer ugunstige forhold senhøstes og om våren. På høsten, den 2.11.2010, var pH ut av Kabrettstetjenn 4,97, kalsium 0,73 og TOC 7,3 mg C/l (**Vedlegg 1**). Med andre ord var det marginale kjemiforhold for fisk og næringsdyr i Kabrettstetjenn. På grunnlag av kjemieresultatene i 2010 er kalkingsmålet ikke oppnådd (jf. likevel under fiskekapitlet).

4.3.2 Fisk

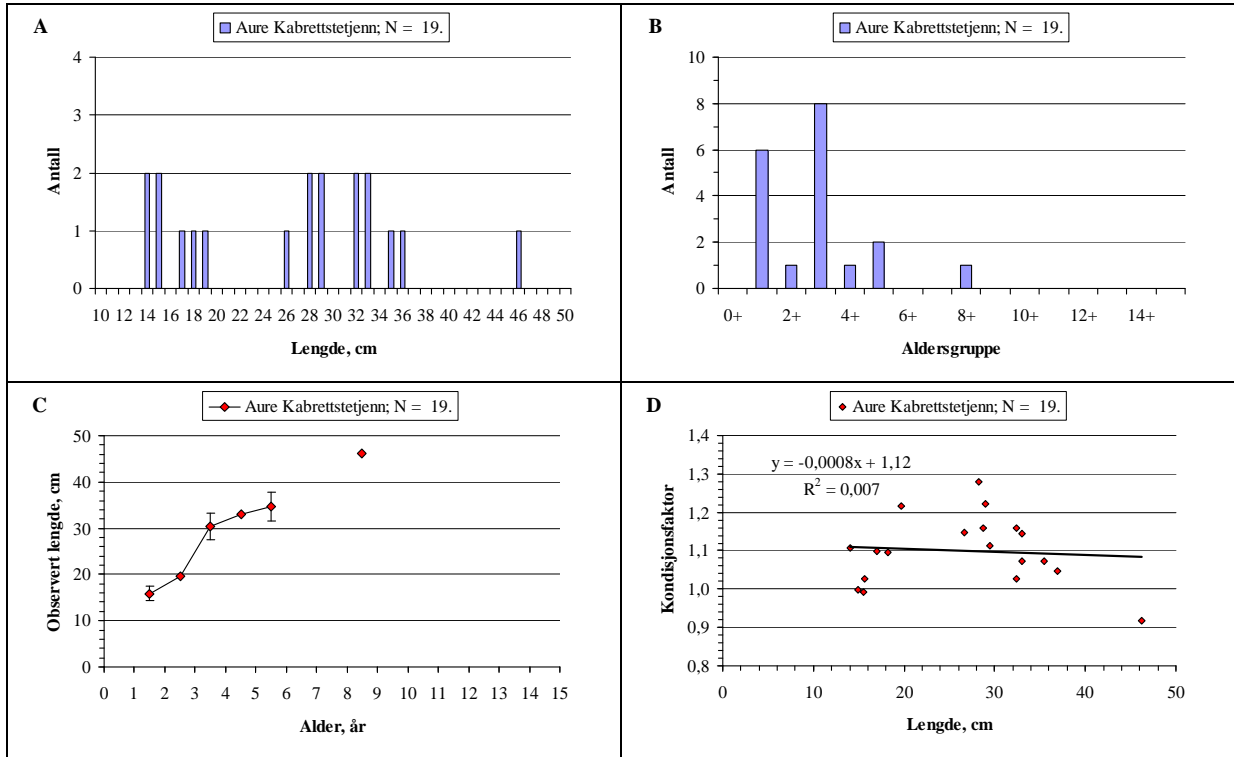
Fangst av aure pr. 100 m² garnareal i Kabrettstetjenn i 2010 var 8,4 fisk (**Tabell 2**; jf. kap. 5.1).

Lengdefordelingen for aure fanget på prøvefisket i Kabrettstetjenn viser fisk fra 14 til 46 cm (**Figur 8A**). Aldersfordelingen viser fisk i aldersgruppene 1+ - 8+ (**Figur 8B**). Aldersgruppe 2+ var svak. Vekstkurven viser god vekst de første fire årene (aldersgruppe 2+ er ikke representativ pga. at det er bare en fisk representert), for deretter å avta noe (**Figur 8C**). Veksten stagnerer ved om lag 34 cm. Kondisjonsfaktoren varierte hovedsaklig mellom 1,0 og 1,2 (**Figur 8D**). Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var 1,10 (N = 19; SD = 0,09). Kondisjonsfaktoren viser ingen tydelig nedgang med økende fiskelengde, noe som indikerer at det er bra med næring selv for fisk mellom 30 og 40 cm.

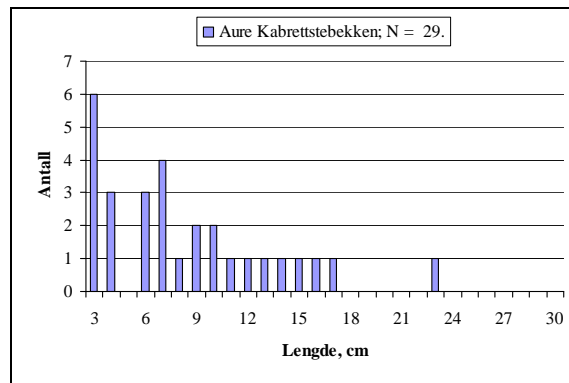
Lengdefordelingen for aure fanget på elfiske i Kabrettstebekken viser fisk fra 3 til 23 cm, mest fisk under 10 cm (**Figur 9**). Lengdefordelingen for den yngste fisken tyder på at det er dårlig vekst.

Det ble fisket tre ganger og estimert en tetthet av 0+ på 22,7 yngel (0+) pr. 100 m².

Det er noe ujevn fiskebestand i Kabrettstetjenn med svake aldersgrupper, men elfisket viser at Kabrettstebekken synes å bidra relativt jevnt med ungfisk. Imidlertid er vannkjemien såpass dårlig at lokaliteten totalt sett kan være i underkant av kalkingsmålet med "å sikre eller reetablere bestand av innlandsfisk."



Figur 8. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for aure fanget på prøvefiske i Kabrettstetjenn i 2010.



Figur 9. Lengdefordeling for aure fanget på elfiske i Kabrettstebekken i 2010.

4.3.3 Bunndyr

Det ble funnet 18 arter / taxa i utløpsbekken fra Kabrettstetjenn (**Vedlegg 2**). Det ble ikke registrert forsuret sensitive arter på lokaliteten, og dette viser at lokaliteten er sterkt forsuret. Den klassifiseres som 'svært dårlig økologisk status' med hensyn på forsuret.

4.3.4 Dyreplankton

I Kabrettstetjenn ble det funnet 12 arter vannlopper og 5 arter hoppekreps. Alle artene i planktontrekket forekom også i de littorale prøvene. Innslaget av moderat forsuret følsomme arter viste stor likhet med Marksettjenn (*Daphnia cf. lacustris*, cyclopoide copepoder). Imidlertid ble ingen følsomme

arter påvist. I tillegg forekom *Acantholeberis curvirostris*, slik at alle tre forsurningsbegunstigete arter fantes her. Totalt sett tyder derfor krepsdyrfaunaen på at Kabrettstetjenn har noe dårligere vannkvalitet enn Marksettjenn. Tettheten av *Daphnia* var ganske lav i planktonprøven, men arten forekom rikelig i littoralprøvene. Dyr opp til 2,3 mm lange (uten spina) kan tyde på at fiskepredasjonen er moderat.

4.4 Steinsvatn

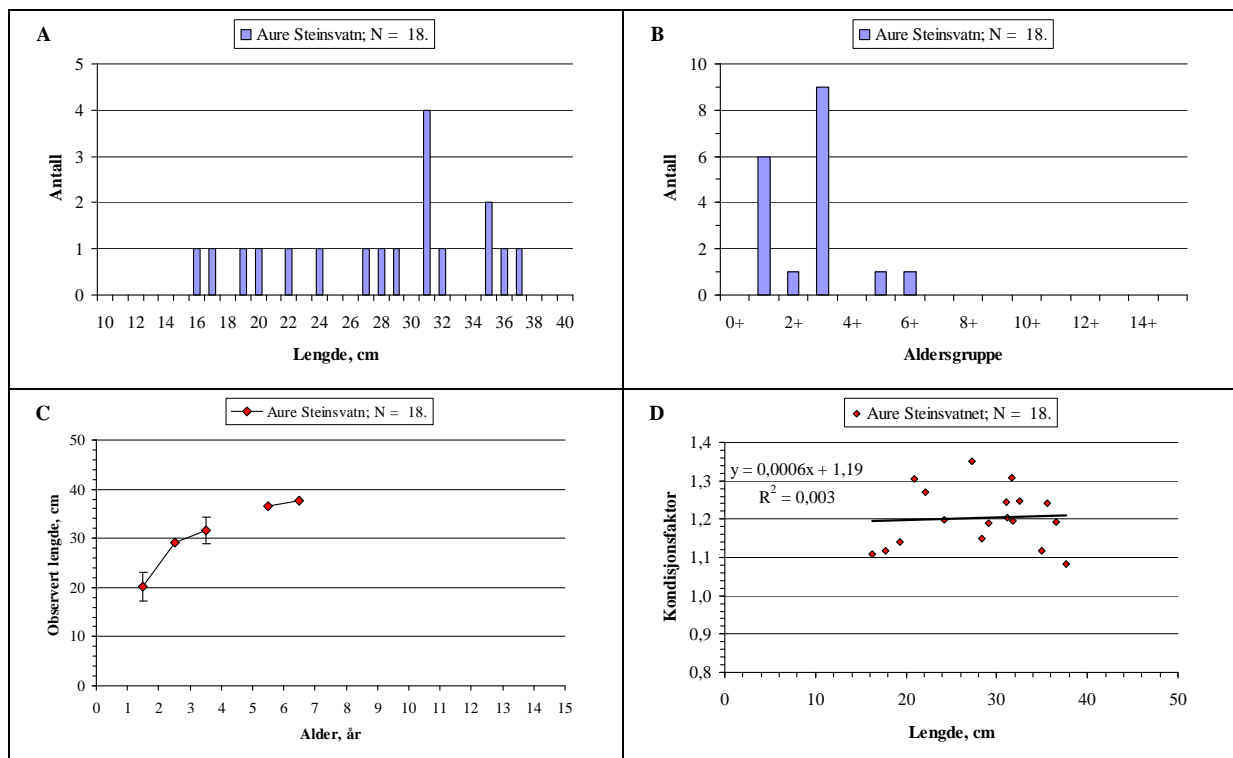
4.4.1 Vannkjemi

Den 14.09.2010 var pH 5,15 og kalsiumkonsentrasjonen 1,36 mg Ca/l i innløpsbekken i Steinsvatn. Kalsiumkonsentrasjonen er god, men pH synes noe lav i forhold til denne. Den 2.11.2010 var pH 6,28 med kalsiumkonsentrasjon på 2,03 og TOC på 8,8 mg C/l (**Vedlegg 1**).

4.4.2 Fisk

Fangst av aure pr. 100 m² garnareal i Steinsvatn i 2010 var 8,0 fisk (**Tabell 2**; jf. kap. 5.1).

Lengdefordelingen for aure fanget på prøvafisken i Steinsvatn viser fisk fra 16 til 37 cm med flest fisk ved 31 cm (**Figur 10A**). Aldersfordelingen viser fisk i aldersgruppene 1+ - 6+ (**Figur 10B**). Aldersgruppe 2+ var svak. Vekstkurven viser god vekst de første fire årene (aldersgruppe 2+ er ikke representativ pga. at det er bare en fisk representert), for deretter å avta noe (**Figur 10C**). Kondisjonsfaktoren varierte hovedsakelig mellom 1,0 og 1,2 (**Figur 10D**). Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var 1,20 (N = 18; SD = 0,08), som er veldig bra. Kondisjonsfaktoren viser en svak stigning med økende fiskelengde, noe som indikerer at det er bra med næring, selv for fisk mellom 30 og 40 cm.



Figur 10. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for aure fanget på prøvafiske i Steinsvatn i 2010.

På elfisket i bekken mellom Tegardsvatn og Steinsvatn ble det fanget litt yngel på det øverste området oppe mot Steinsvatn. Det er mest sannsynlig fisk fra Steinsvatn som gyter på utløpet. Det er lite trolig at fisk kommer opp fra Tegardsvatn. Det er sannsynligvis noe gyting i utløpet av Tegardsvatn også. Elfiske på innløpsbekk til Steinsvatn ga ingen fisk. Innløpsbekken til Steinsvatn har et visst potensiale som gytebekk, men for lite vann om sommeren kan være et problem.

Noe varierende fiskebestand med manglende aldersgrupper, men veldig god vekst. Kalkingsmålet er oppnådd.

4.4.3 Bunndyr

Det ble reistret 19 arter / taxa i utløpsbekken fra Steinsvatn. Artene er vist i **Vedlegg 2**. Av følsomme bunndyr ble bare den litt sensitive ertemuslingen (*Pisidium* sp.) funnet. Det moderat følsomme dyreplanktonet *Daphnia* sp. ble imidlertid funnet i sparkeprøven spylt ut fra vannet. Dette viser at Steinsvatn er moderat forsuret basert på bunndyrene, og klassifiseres som 'moderat økologisk tilstand' med hensyn på forsurening.

4.4.4 Dyreplankton

I Steinsvatn ble det funnet 14 arter vannlopper og 6 arter hoppekreps. De aller fleste av artene ble påvist i både plankton- og littoralprøven. Ingen av de forsureningsbegunstigete artene ble påvist. Det ble heller ikke funnet noen forsureningsfølsomme arter, men noen moderat følsomme arter forekom (*Daphnia* cf. *longispina*, *Alonella exigua*, *Macrocyclops albidus*, *Cyclops scutifer*, *Mesocyclops leuckarti*). Både *A. exigua* og *Pleuroxus truncatus* (som neppe er egentlig forsureningsfølsom) observeres sjelden i forsurede innsjøer på Agder, og forekommer helst i vann som har god bufferevene (under marin grense). Totalt sett tyder krepsdyrfaunaen på en ganske moderat forurensningsskade. Tettheten av *Daphnia* var høy i planktonprøven, og tyder på ganske moderat fiskepredasjon. I tillegg til krepsdyrene forekom også larver av svevemyggen *Chaoborus flavicans* i høy tetthet. Også dette tyder på moderat fiskepredasjon.

4.5 Tegardsvatn

4.5.1 Vannkjemi

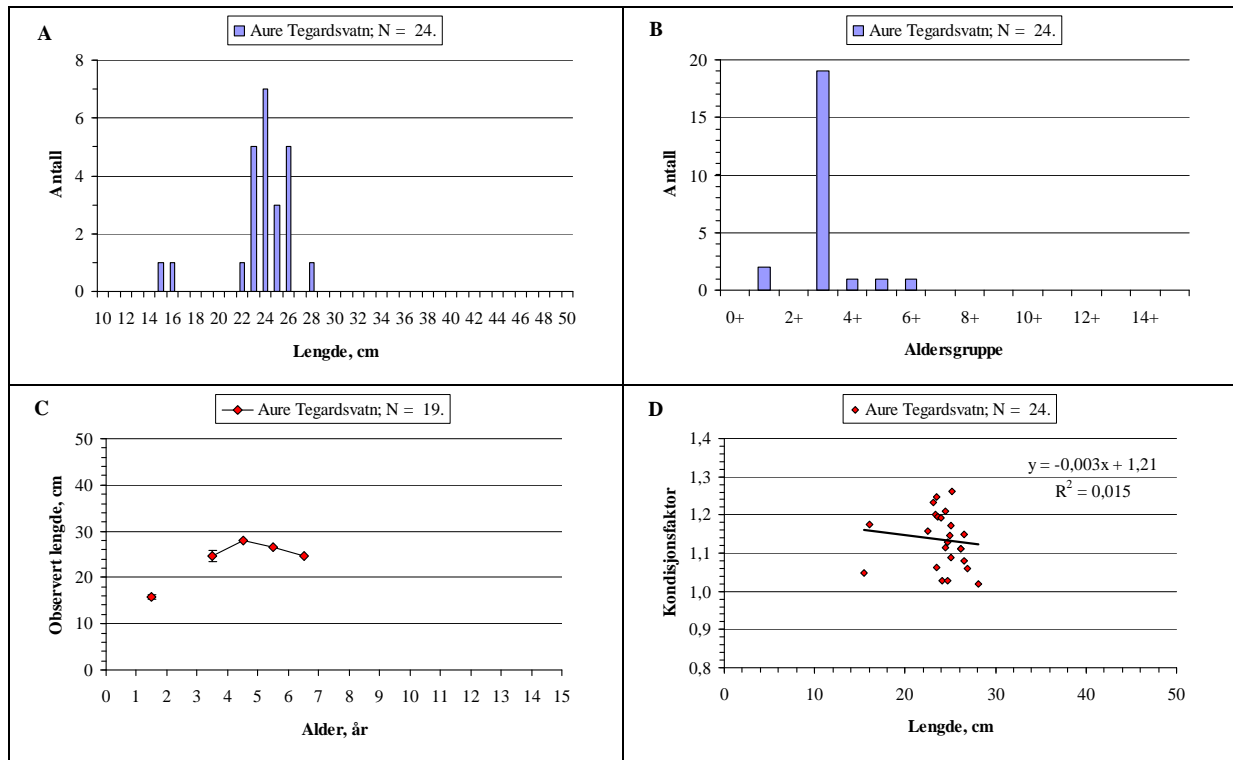
Den 2.11.2010 ble pH målt til 5,82, kalsiumkonsentrasjonen til 2,03 mg Ca/l og TOC til 9,6 mg C/l (**Vedlegg 1**).

4.5.2 Fisk

Fangst av aure pr. 100 m² garnareal i Tegardsvatn i 2010 var 10,7 fisk (**Tabell 2**; jf. kap. 5.1).

Lengdefordelingen for aure fanget på prøvefisket viser fisk fra 15 til 28 cm (**Figur 11A**). Det var mest fisk i lengdegruppe 24 cm. Aldersfordelingen viser fisk i aldersgruppene fra 0+ til 6+, med dominerende antall fisk i aldersgruppe 3+ (**Figur 11B**). Aldersfordelingen viser god vekst de to første årene, for deretter å flate ut med en stasjon på om lag 28 cm (**Figur 11C**). Kondisjonsfaktoren varierte noe, fra 1,0 til 1,26 (**Figur 11D**). Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var 1,13 (N = 24; SD = 0,07). Kondisjonsfaktoren viser nedgang med økende fiskelengde, noe som indikerer at det er noe stor konkurranse om næringen for fisken.

På et prøvefiske i Tegardsvatn i 1995 ble det fanget 15 aure på 4 nordiske garn, dvs. 7,67 fisk pr. 100 m² garnareal (Forseth mfl. 1997). Fangsten var således noe større i 2010. I forhold til prøvefisket i 1995 var lengdefordelingen ganske lik den i 2010. Aldersfordelingen var noe jevnere fordelt på tre aldersgrupper i 1995, mot én dominerende i 2010. Utflating i veksten skjer ved om lag same lengde i 1995 og 2010.



Figur 11. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for aure fanget på prøvefiske i Tegardsvatn i 2010.

Aurebestanden består av i hovedsak en aldersgruppe. Bestanden er noe tallrik, som gir seg utslag både i veksten og kondisjonsfaktoren. Kalkingsmålet er oppnådd.

4.5.3 Bunndyr

Det ble bare funnet 13 arter / taxa i Tegardsvatn (**Vedlegg 2**). Som i Steinsvatn ble bare ertemusling (*Pisidium* sp.) og vannloppen *Daphnia* sp. registrert av sensitive arter. Tegardsvatn er moderat forsuret basert på bynndyrprøvene, og i 'moderat økologisk status' med hensyn på forsurening. Dette er det samme resultatet som ble funnet i 1995 (Forseth mfl., 1997). Da ble det bare registrert 10 arter / taxa i utløpsbekken, og det eneste sensitive taxonet som ble funnet var vannloppen *Daphnia* sp. I tillegg ble det den gangen ikke registrert sensitive bunndyr i littoralsonen eller i innløpsbekken.

4.5.4 Dyreplankton

Littoralprøven fra Tegardsvatn var knust, og den lille resten av væske som kunne berges i konvolutten var blandet med en annen knust prøve (planktontrekk fra Rosalvatnet). Vi har antatt at typisk littorale arter som ble funnet i denne blandingen skriver seg fra strandsonen i Tegardsvatn (indikert med "A" for "Antatt til stede" i Vedlegg 4). Blant disse artene var *Alonella exigua*, *Macrocylops albidus* (begge moderat forsureningsfølsomme) og *Streblocerus serricaudatus* (begunstiget ved forsurening).

I planktonprøven var det høy tetthet av *Daphnia* cf. *longispina*. Ingen voksne cyclopoide hoppekreps forekom i prøven, men de største av de juvenile individene viste at både *Cyclops scutifer* og *Mesocyclops leuckarti* forekommer i Tegardsvatn. Disse tre artene er moderat forsureningsfølsomme. På tross av et noe redusert vurderingsgrunnlag indikerer krepsdyrfaunaen i Tegardsvatn moderat forsureningsskade, og planktonsamfunnet synes å være intakt. Totalt ble det registrert 13 arter vannlopper og 6 arter hoppekreps.

4.6 Kjellingtjenn

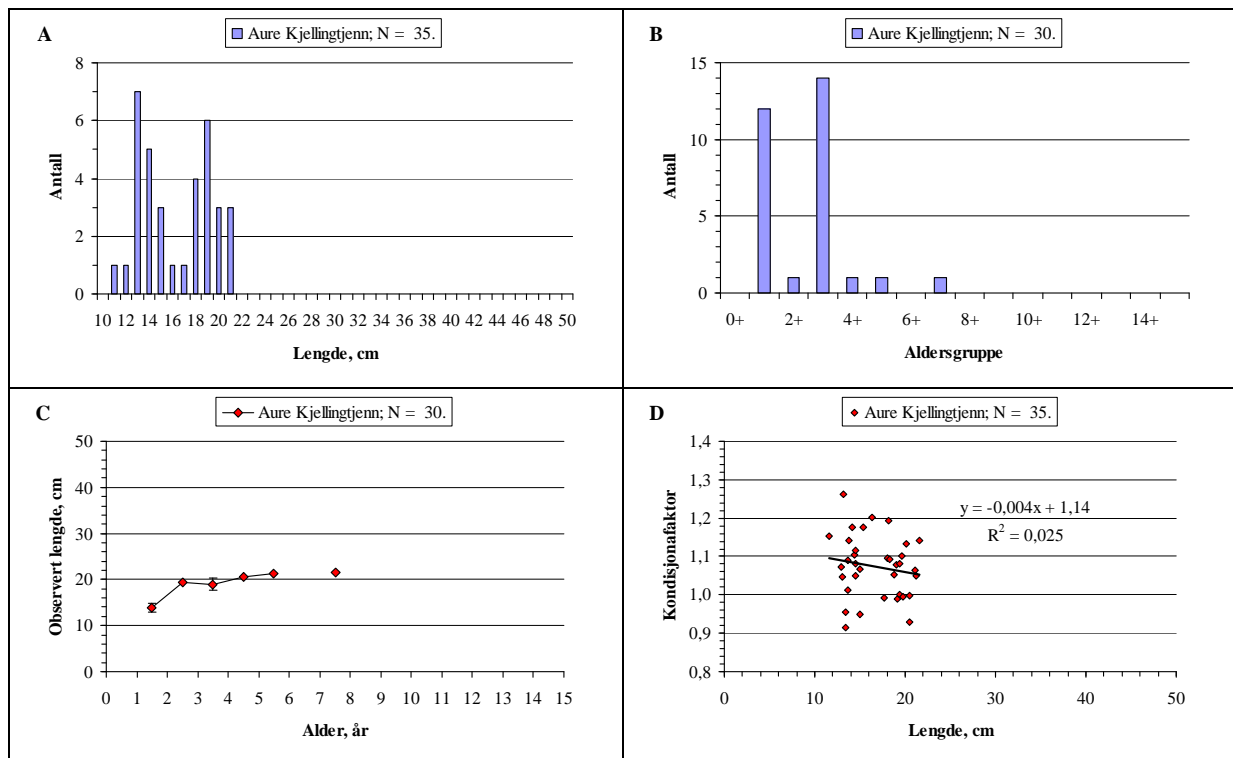
4.6.1 Vannkjemi

Den 21.09.2010 var pH 5,00 og kalsiumkonsentrasjonen 1,01 mg Ca/l i innløpsbekken til Kjellingtjenn. Med andre ord var bekken ganske sur på det aktuelle tidspunktet. Den 2.11.2010 var pH 5,2, kalsiumkonsentrasjonen var 1,05 mg Ca/l og TOC 6,7 mg C/l (**Vedlegg 1**). Ut ifra kjemiresultatet fra 2010 er kalkingsmålet i underkant av ønskelig (jf. likevel under fiskekapitlet).

4.6.2 Fisk

Fangst av aure pr. 100 m² garnareal i Kjellingtjenn i 2010 var 25,9 fisk (**Tabell 2**; jf. kap. 5.1).

Lengdefordelingen for aure fanget på prøvefisken i Kjellingtjenn viser småfallen fisk fra 11 til 21 cm med to topper (**Figur 12A**). Aldersfordelingen viser fisk i aldersgruppene 1+ - 7+, med mest fisk i aldersgruppe 1+ og 3+ (**Figur 12B**). Vekstkurven viser brukbar vekst de to første årene, men så stagnerer veksten helt ved om lag 20 cm (**Figur 12C**). Kondisjonsfaktoren varierte mye, fra om lag 0,9 til 1,2 (**Figur 12D**). Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var 1,07 (N = 35; SD = 0,08). Kondisjonsfaktoren viser tydelig nedgang med økende fiskelengde, noe som indikerer at det er for stor konkurranse om næringen.



Figur 12. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for aure fanget på prøvefiske i Kjellingtjenn i 2010.

I Kjellingtjenn er det manglende aldersgrupper, men likevel overbefolket med svært tidlig vekststagnasjon. På tross av relativt dårlig vannkjemi, er fiskebestanden overtallig, og kalkingsmålet kan likevel karakteriseres som oppnådd.

4.6.3 Bunndyr

Det ble registrert 16 arter / taxa i utløpsbekken fra Kjellingtjenn. Alle artene er tolerante for forsurening, og lokaliteten karakteriseres som sterkt forsuret og i 'svært dårlig økologisk status' med hensyn på forsurening.

4.6.4 Dyreplankton

I Kjellingtjenn ble det funnet 8 arter vannlopper og 3 arter hoppekreps. Både plankton- og littoralprøven var dominert av pelagiske arter, og det var få littorale arter i materialet. To av de påviste artene er moderat forsureningsfølsomme (*Daphnia cf. lacustris* og *Macrocyclus albidus*), mens en art er forsureningsbegunstig (*Streblocerus serricaudatus*).

Tettheten av *Daphnia* i planktonprøven var lav, kanskje som følge av fiskepredasjon. Forekomsten av *Diaphanosoma brachyurum* kan også indikere dette. Krepssdyrfaunaen i Kjellingtjenn var den fattigste av innsjøene undersøkt i 2010, og artsutvalget indikerer en moderat, men tydelig forsureningsskade.

4.7 Skardvatn

4.7.1 Vannkjemi

Den 1.09.2010 var pH 6,86 og kalsiumkonsentrasjonen 5,39 mg Ca/l i Fiskebekk til Skardvatn. De høye kjemiverdiene indikerer at de er tatt like etter kalkingsaktivitet. I Bjørndalsbekken var pH 6,38 og kalsium 2,66 mg Ca/l. Den 12.05.2010 var pH ut av Skardvatn 6,12 med en kalsiumkonsentrasjon på 1,44 mg Ca/l (**Vedlegg 1**). På høsten, 2.11.2010, var pH 6,04 og TOC 6,4 mgC/l. Kjemidataene for 2010 er svært gode.

4.7.2 Fisk

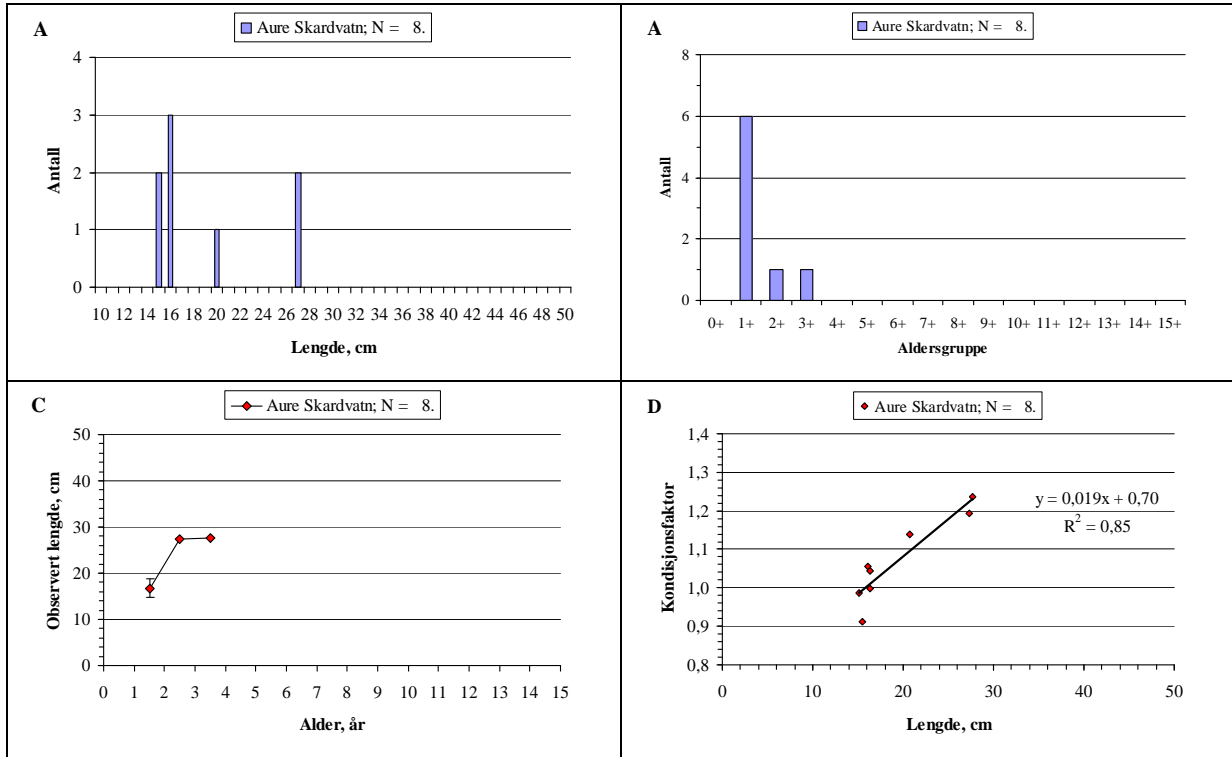
Fangst av aure pr. 100 m² garnareal i Skardvatn i 2010 var 1,1 fisk (**Tabell 2**; jf. kap. 5.1). Tilsvarende for tryta var 61,3 fisk.

Aure: Lengdefordelingen for aure fanget på prøvafisket i Skardvatn viser fisk fra 15 til 27 cm (**Figur 13A**). Aldersfordelingen viser fisk i aldersgruppene 1+ - 3+, med mest fisk i aldersgruppe 1+ (**Figur 13B**). Vekstkurven viser brukbar vekst de to første årene, men så stagnerer veksten helt ved om lag 20 cm (**Figur 13C**). Kondisjonsfaktoren varierte mye, hovedsaklig mellom 0,9 til 1,2 (**Figur 13D**). Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var 1,07 (N = 8; SD = 0,11). Kondisjonsfaktoren viser stigende verdier med økende fiskelengde, noe som indikerer at det er bra med næring for fisken. Men data-grunnlaget er lite.

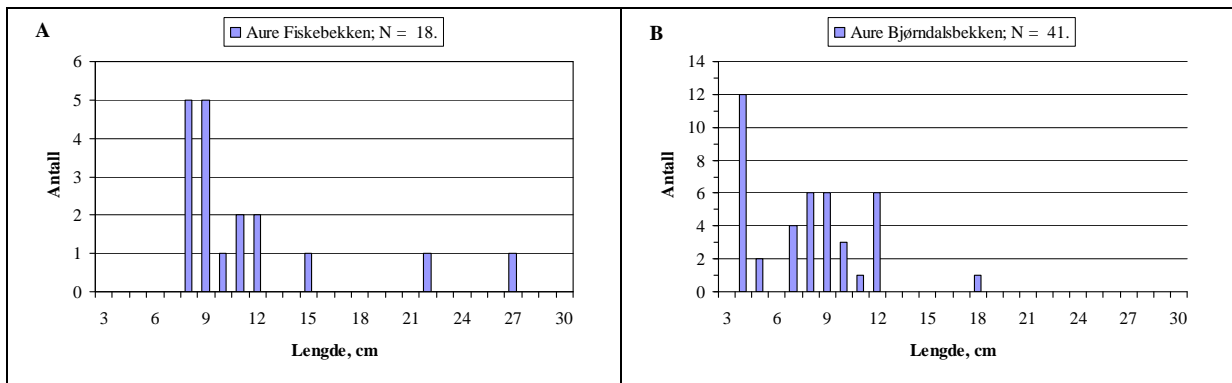
Lengdefordelingen for aure fanget på elfiske i Fiskebekken viser fisk fra 8 til 27 cm, med flest fisk i lengdegruppe 8 og 9 cm (**Figur 14**). Det ble overfisket tre ganger, men det ble fanget for lite yngel til å kunne beregne tettheter.

I tillegg til aure ble det fanget to ål og en trepigget stingsild på elfisket i Fiskebekken.

På elfiske i Bjørndalsbekken ble det fanget fisk fra 4 til 18 cm, med flest fisk i lengdegruppe 4 cm (**Figur 14**). Her ble det estimert en tetthet av 0+ på 20,8 yngel pr. 100 m².



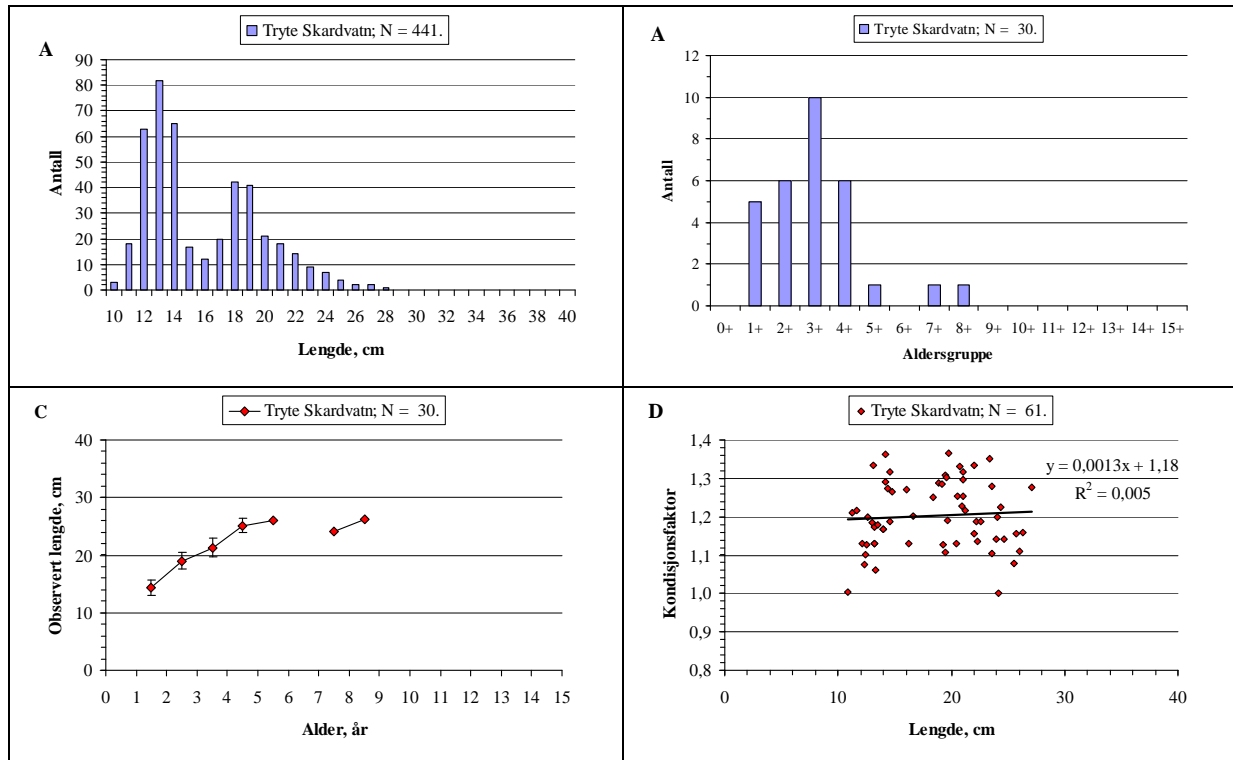
Figur 13. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for aure fanget på prøvefisken i Skardvatn i 2010.



Figur 14. Lengdefordeling for aure fanget på elfiske i Fiskebekken (A) og Bjørndalsbekken (B) i 2010.

Tryte: Lengdefordelingen for tryte fanget på prøvefisken i Skardvatn viser fisk fra 10 til 28 cm, med topper ved 12-14 cm og 18-19 cm (**Figur 15A**). Aldersfordelingen viser fisk i aldersgruppene fra 1+ til 8+, med aldersgruppe 3+ som den største (**Figur 15B**). Vekstkurven viser brukbar vekst de to første årene, men så avtar veksten gradvis og den stagnerer ved om lag 25 cm (**Figur 15C**). Kondisjonsfaktoren varierte mye, fra om lag 1,1 til 1,4 (**Figur 15D**). Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var 1,20 (N = 61; SD = 0,09). Kondisjonsfaktoren viser ingen nedgang med økende fiskelengde, noe som indikerer at det er bra med næring for fisken. (En fisk på 20,2 cm med kondisjonsfaktor 1,60 er kuttet ut da enten lengde eller vekt er feil).

Aurebestanden i innsjøen er fåtallig og basert hovedsaklig på en aldersgruppe. Elfisken gir et noe utfyllende inntrykk. Veksten og kondisjonsfaktoren er god. Trytebestanden er tallrik, men har relativt god vekst og kondisjonsfaktor. Om kalkingsmålet, jf. under.



Figur 15. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for tryte fanget på prøvefisken i Skardvatn i 2010.

4.7.3 Bunndyr

Det ble registrert 26 arter / taxa i sparkeprøven fra utløpsbekken (**Vedlegg 2**). Av sensitive arter ble det funnet den litt følsomme ertemuslingen (*Pisidium* sp.), den moderat følsomme vannloppen *Daphnia* sp., og de moderat følsomme vårfluene *Hydropsyche siltalai* og *Tinodes waeneri*. Lokaliteten er moderat forsuret, og klassifiseres som 'moderat økologisk status' med hensyn på forsuring.

4.7.4 Dyreplankton

I Skardvatn ble det funnet 13 arter vannlopper og 6 arter hoppekreps. I tillegg forekom larver av svevemygg (*Chaoborus flavicans*) i planktonprøven. I strandsonen forekom *Eucyclops macrurus*, som er en av de mer følsomme artene for forsuring. Også *Thermocyclops oithonoides* og *Leptodora kindti* forekom i Skardvatn, og må regnes blant de mest sensitive av de moderat forsuringfølsomme artene. *Daphnia* cf. *longispina* og *Bythotrephes longimanus* er også moderat følsomme arter, og forekom i lave tettheter. På den annen side forekom også to arter begünstiget ved forsuring (*Alona rustica* og *Streblocerus serricaudatus*).

Artsutvalget gir indikasjoner på en tydelig effekt av fiskepredasjon, med forekomst av *T. oithonoides*, *L. kindti* og *B. longimanus*. Totalt sett gir krepsdyrfaunaen inntrykk av at Skardvatn er lite forsuringsskadet.

Kalkingsmålet om å ivareta det biologiske mangfoldet synes å være oppnådd.

4.8 Rosalvatnet

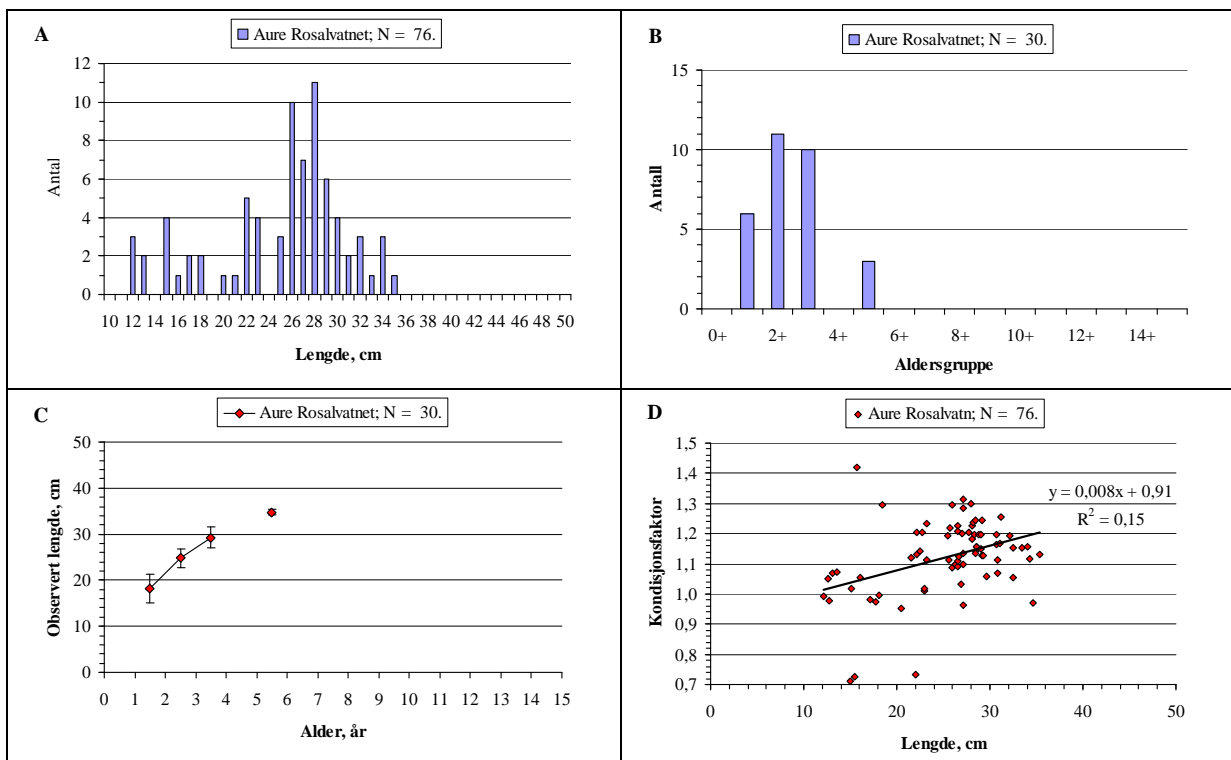
4.8.1 Vannkjemi

Den 14.09.2010 var pH i innløpsbekken til Rosalvatnet 5,39 og kalsiumkonsentrasjonen 1,20 mg Ca/l. Det er brukbare forhold for fisk. Den 12.05.2010 var pH 5,81 med ein kalsiumkonsentrasjonen på 1,09 mg Ca/l (**Vedlegg 1**). På høsten, den 8.11.2010, var pH 5,36 kalsiumkonsentrasjonen på 1,04 mg Ca/l og TOC 7,1 mgC/l. Kjemedataene for 2010 er noe varierende, og kunne vært noe bedre for å tilfredsstille måloppnåelse for kalkingen.

4.8.2 Fisk

Fangst av aure pr. 100 m² garnareal i Rosalvatn i 2010 var 16,9 fisk (**Tabell 2**; jf. kap. 5.1).

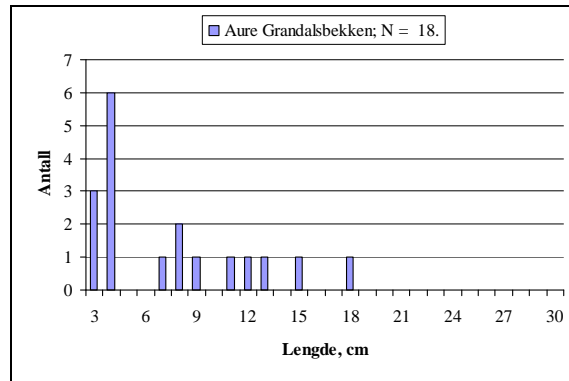
Lengdefordelingen for aure fanget på prøvefisket i Rosalvatnet viser fisk fra 12 til 35 cm med en topp ved 26-28 cm (**Figur 16A**). Aldersfordelingen viser fisk i aldersgruppene 1+ - 5+ (**Figur 16B**). Vekstkurven viser svært god og utholdende vekst (**Figur 16C**). Veksten ser ut til å stagnere ved om lag 35 cm. Kondisjonsfaktoren varierte mye, fra om lag 0,95 til 1,3 (**Figur 16D**). Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var 1,12 (N = 76; SD = 0,12). Kondisjonsfaktoren viser stigende verdi med økende fiskelengde, noe som indikerer at det er bra med næring for fisken.



Figur 16. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for aure fanget på prøvefiske i Rosalvatnet i 2010.

På elfiske i Grandalsbekken ble det fanget fisk fra 3 til 18 cm, flest yngel på 3-4 cm (**Figur 17**). Omregnet til fangst pr. avfisket areal ble det fanget 13,4 yngel (0+) pr. 100 m².

Grandalsbekken er som nevnt innledningsvis en bekk med godt potensiale, og burde produsert mer enn resultatet fra elfisket tilsier. Kalkingsmålet med å sikre og reetablere bestand av innlandsfisk er oppnådd.



Figur 17. Lengdefordeling for aure fanget på elfiske i Grandalsbekken i 2010.

4.8.3 Bunndyr

Det ble registrert 23 arter / taxa i utløpsbekken til Rosalvatnet (**Vedlegg 2**). Av sensitive arter ble de moderat følsomme vannloppen *Daphnia* sp., den moderat følsomme steinfluen *Isoperla* sp., og den moderat følsomme vårfluen *Hydropsyche siltalai* funnet. Alle de sensitive artene ble funnet i relativt høyt antall. Lokaliteten er moderat forsuret basert på bunndyrfaunaen, og i 'moderat økologisk status' med hensyn på forsurening.

4.8.4 Dyreplankton

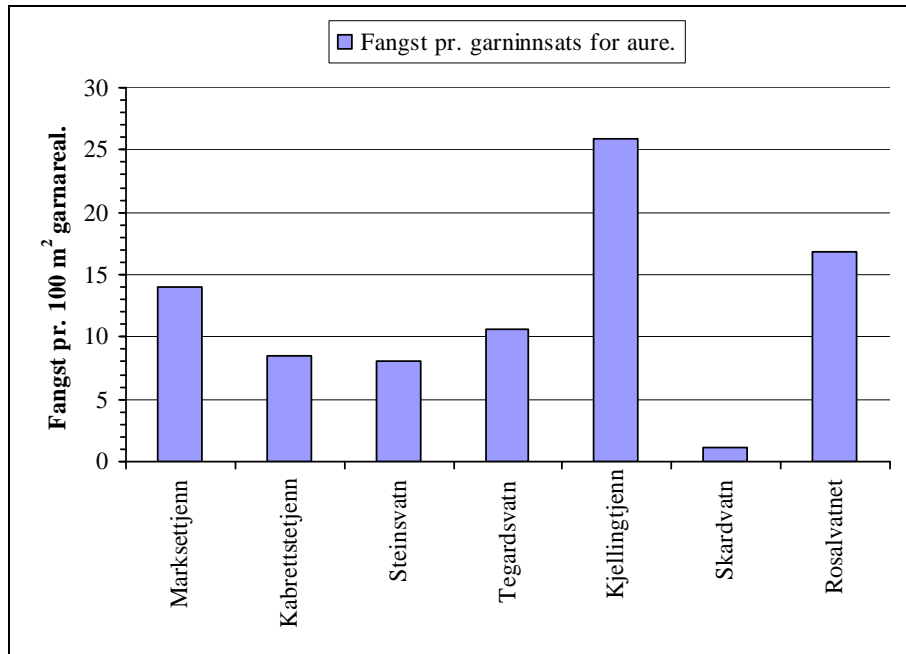
Planktonprøven fra Rosalvatnet var knust, og vurderingen her baseres bare på grunnlag av littoralprøven. Her ble det registrert 12 arter vannlopper og 3 arter hoppekreps. Prøven var totalt dominert av planktoniske arter, først og fremst *Daphnia* cf. *longispina*. Her fantes også moderat forsureningsfølsomme arter som *Bythotrephes longimanus* og *Cyclops scutifer*, dessuten to forsureningsbegunstigete arter (*Streblocerus serricaudatus* og *Alona rustica*).

Selv om vurderingsgrunnlaget er svakere enn for de andre innsjøene tyder de registrerte krepsdyrene på at Rosalvatnet er moderat påvirket av forsurening. Artsutvalget indikerer også at fiskepredasjon på dyreplanktonet ikke er ubetydelig.

5. Sammenligninger

5.1 Fangst pr. garninnsats

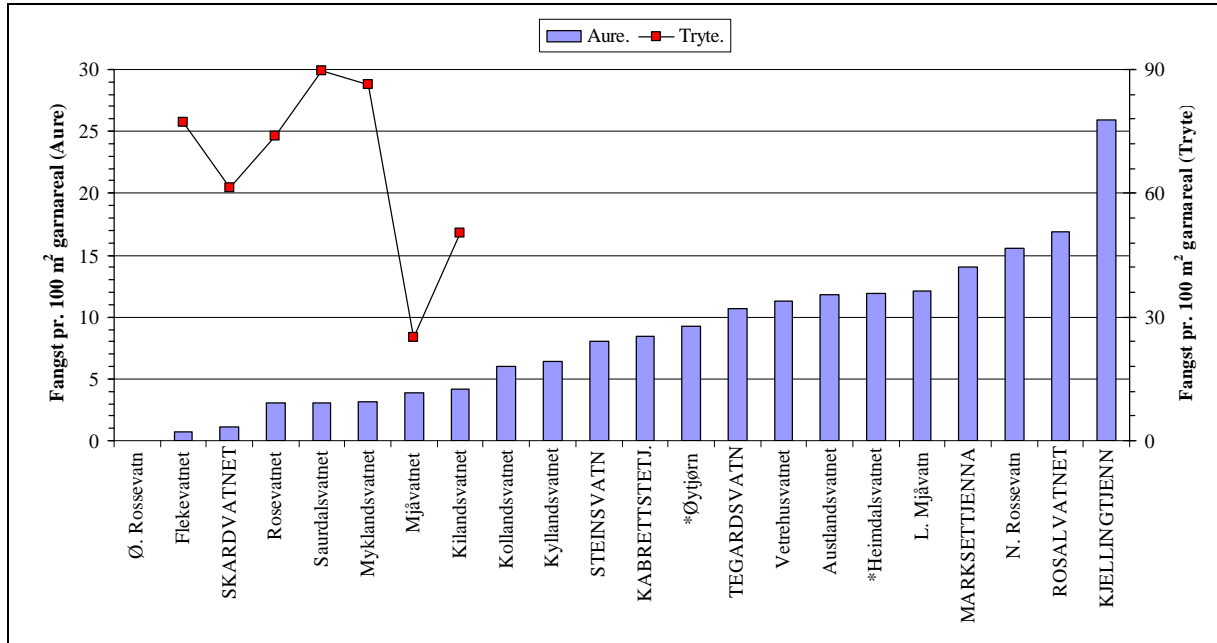
Sammenligning av fangst pr. innsats for aure viser at fangsten var minst i Skardvatn med 1,1 fisk pr. 100 m² (**Figur 18**). I Marksettjenn, Kabrettstetjenn, Steinsvatn og Tegardsvatn var fangsten middels med fra 8,0 til 14,1 fisk pr. 100 m². Noe større fangst var det i Rosalvatnet med 16,9 fisk, og den største fangsten ble registrert i Kjellingtjenn med 25,9 fisk.



Figur 18. Fangst aure pr. 100 m² garnareal på prøvefisket i de undersøkte innsjøene i Aust-Agder i 2010.

En sammenligning av fangst pr. 100 m² garnareal for prøvefiskene 2008-2010, viser at det var tettest befolket med aure i Kjellingtjenn blant de 22 undersøkte innsjøene (**Figur 19**). Sammenligningen viser også at det var godt med fisk i Rosalvatnet og Marksettjenn, og at Tegardsvatn, Kabrettstetjenn og Steinsvatn var i mellomsjiktet.

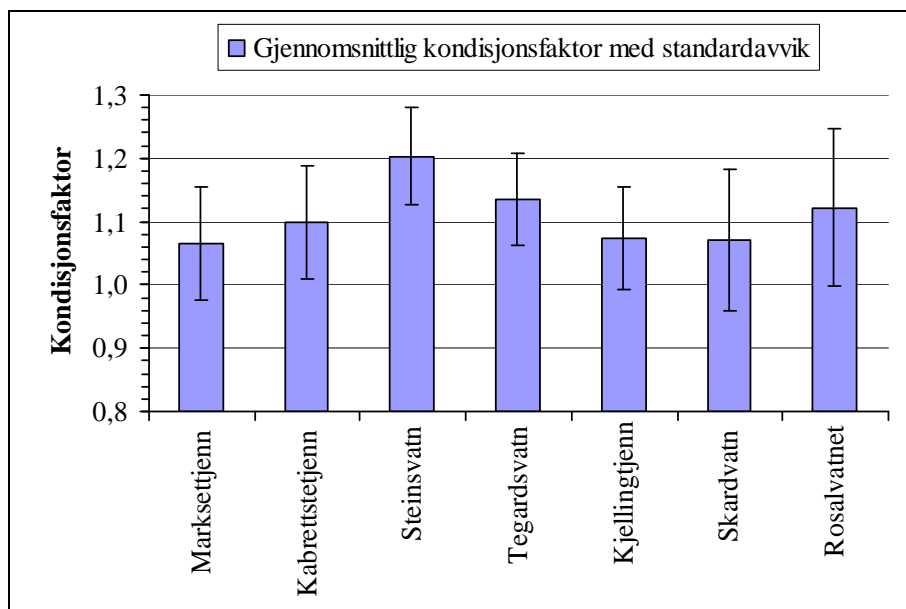
Innsjøene med trytebestander er de som har dårligst fangst av aure pr. 100 m² garnareal, bl.a. Skardvatn som ble undersøkt i 2010. En sannsynligvis sterk medvirkende grunn til det er en betydelig næringskonkurranse fra tryta (jf. Vethe 1988).



Figur 19. Fangst pr. 100 m² garnareal i prøvofiskede innsjøer i Aust-Agder i 2008, 2009 og 2010. I Øytjørn og Heimdalsvatnet var det utsatt fisk. Innsjøene som ble undersøkt i 2010 står med store bokstaver (Data fra 2008 og 2009 etter Kleiven mfl. 2009, 2010).

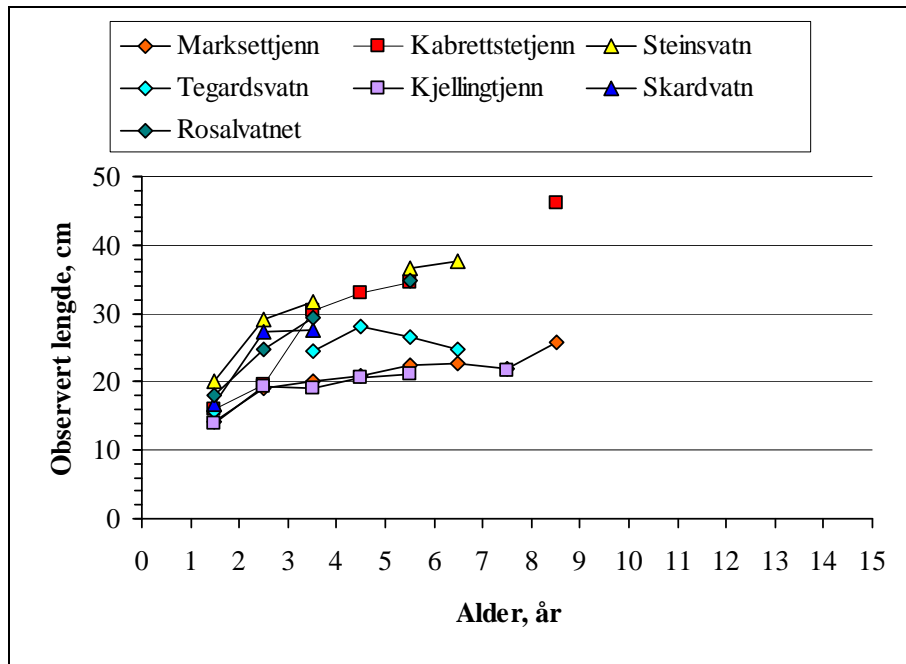
5.2 Kondisjonsfaktor på fisk

Sammenligning av kondisjonsfaktoren til auren i de undersøkte innsjøene, viser at den var best i Steinsvatn og dårligst i Marksettjenn, Kjellingtjenn og Skardvatn (**Figur 20**).



Figur 20. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor med standardavvik for aure i de undersøkte innsjøene i Aust-Agder i 2010.

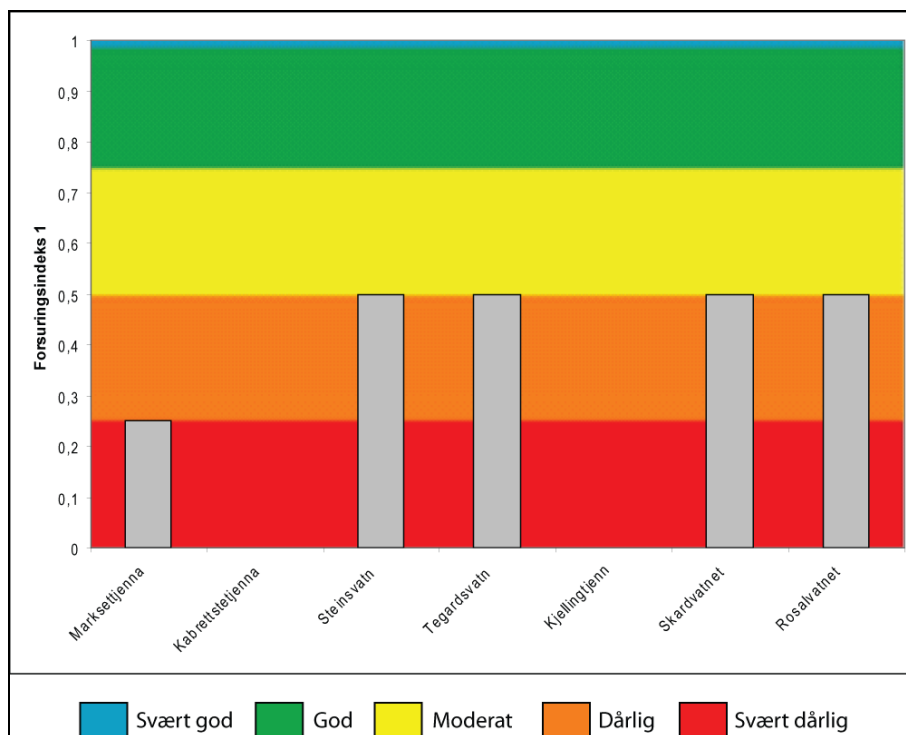
Sammenligning av veksten til auren i de undersøkte innsjøene viser at det var best vekst i Steinsvatn, Kabrettstetjenn og Rosalvatnet (**Figur 21**). I Skardvatn viser enkeltfisk god vekst, men antall fisk er for lite til å få en pålitelig vekstkurve. Veksten i Tegardsvatn ligger noe under vannene med den beste veksten. Den dårligste veksten ble registrert i Kjellingtjenn og Marksettjenn. Forskjellene i vekst kan illustreres med at aure i aldersgruppe 3+ i Steinsvatn (N = 9) var 12,6 cm lengre enn aure i samme aldersgruppe i Kjellingtjenn (N = 14). Forskjellen er signifikant.



Figur 21. Empirisk vekst for aure fanget på prøvefiske i de undersøkte innsjøene i Aust-Agder i 2010.

5.3 Bunndyr

I **Figur 22** er vist klassifiseringen av utløpsbekkene i undersøkelsen med hensyn på forsuring. Dataene fra bunndyrundersøkelsene viser at alle utløpsbekkene, og dermed også innsjøene, er påvirket av forsuring. Mest påvirket er Kabrettstetjenn og Kjellingtjenn som begge har 'svært dårlig økologisk status'. Marksettjenn blir klassifisert som i 'dårlig økologisk status', mens de resterende innsjøene blir klassifisert som i 'moderat økologisk status'. Undersøkelsen viser at kalkingen så langt ikke har hatt god nok effekt til å motvirke forsuringsskader på bunndyrsamfunnet.

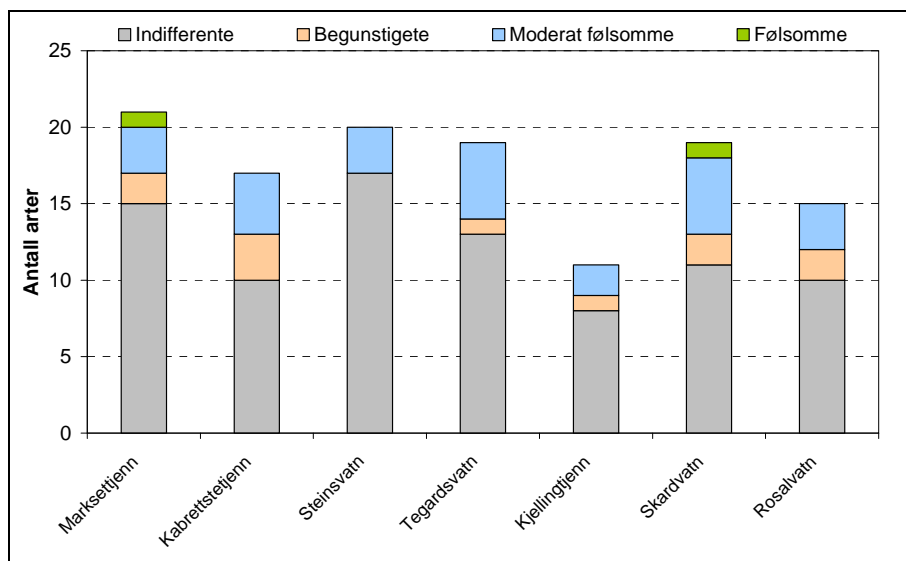


Figur 22. Økologisk klassifisering av utløpsbekkene i de undersøkte lokalitetene med hensyn på forsuring. Klassifiseringen er basert på bunndyrfaunaen. Kabrettstetjenna og Kjellingtjenn har verdi "0" i figuren.

5.4 Dyreplankton

Innsjøenes samfunn av dyreplankton og littorale krepsdyr gir et vurderingsgrunnlag for forsuringseffekter, og vil også reflektere predasjonstrykk fra fiskebestandene. Siden dyreplankton ikke er inkludert som parameter i Vannforskriften finnes det imidlertid ikke noe system for en formell klassifisering av økologisk status. I **Figur 23** er sammenstilt artsrikdom av krepsdyr for de undersøkte innsjøene, og innslaget av arter som ansees for å respondere positivt eller negativt ved forsuring.

Moderat forsuringfølsomme arter ble påvist i alle innsjøer undersøkt i 2010. Arter som begunstones ved forsuring fantes også i alle innsjøer så nær som Steinsvatn. Disse artene opptrer selvsagt også uten forsuring, men viser økt forekomst i forsurete innsjøer. De kan f. eks. være vanlige i naturlig sure humussjøer. Bare i Skardvatn og Marksetjtjenn ble de mest sensitive Eucyclops-artene funnet. Kjellingtjenn skilte seg ut med lav artsrikdom. Relativt lavt artsantall i Rosalvatn kan trolig tilskrives at planktonprøven var knust, slik at registreringene herfra er mangefulle. Dette gjelder også for Tegardsvatn, men i mindre grad siden i allefall en del av littoralfaunaen kunne påvises.



Figur 23. Krepssdyrfauna i innsjøene, inklusive både planktoniske og littorale arter. Søylene viser totalt antall registrerte arter, fordelt på arter som regnes som indifferente, følsomme, moderat følsomme, eller begünstigete ved forsuring. Materialet fra Tegardsvatn og Rosalvatnet er ikke helt sammenlignbart med de andre, siden prøver herfra var knust. Dette antas å ha gitt størst negativt utslag for Rosalvatnet.

6. Litteratur

- Aagaard, K., Bækken, T. & Jonsson, B. (red.). 2002. Biologisk mangfold i ferskvann. Regional vurdering av sjeldne dyr og planter. - NINA temahefte 21/NIVA-rapport Lnr. 4590-2002. 48 s.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing – theory and practice with special emasis on salmonids. - *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Christensen, J.M. 1964. Burning of otoliths, a technique for age determination of soles and other fish. - *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 29: 73-81.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Flössner, D. 1972. Krebstiere, Crustacea. Kiemen- und Blattfüsser, Branchiopoda. Fischläuse, Branchiura. *Die Tierwelt Deutschlands*, 60. Teil. - Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Flössner, D. 2000. Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. - Backhuys Publihers, Leiden. 428 s.
- Forseth, T., Halvorsen, G.A., Ugedal, O., Fleming, I., Schartau, A.K.L., Nøst, T., Hartvigsen, R., Raddum, G., Mooij, W. & Kleiven, E. 1997. Biologisk status i kalka innsjøar. - NINA-Oppdragsmelding 509. 232 s.
- Hindar, A., Hesthagen, T. & Raddum, G.G. 1996. Undersøkelser i kalkede vann og vassdrag - innhold og omfang. - Utredning for DN Nr. 1996-5. 25 s.
- Hobæk, A. 1998. Dyreplankton fra 38 innsjøer i Sogn og Fjordane. NIVA-rapport Lnr. 3871-98. 34 s.
- Kiefer, F. 1978 a. Freilebende Copeoda. Side 1-343 i: Elster, H.J. & W. Ohle (red.). *Das Zooplankton der Binnengewässer*. - *Die Binnengewässer* 26.
- Kiefer, F. 1978 b. Copepoda non-parasitica. Side 209-223 i: Illies, J. (red.). *Limnofauna Europaea* (2. ed.). - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Kleiven, E. & Linløkken, A. 2009. Samanlikning av aldersbestemming på gjellelokk og brende øyresteinar på åbor *Perca fluviatilis* frå fem innsjøar ved Fjorda, Oppland. - *Fauna* 62: 112-123.
- Kleiven, E., Gustavsen, Ø., Halvorsen, G.A. & Hobæk, A. 2010. Biologisk oppfølging av kalka lokaliteter i Aust-Agder i 2009. NIVA-rapport, løpenummer 5927-2010. 50 s.
- Kleiven, E., Bækken, T., Gustavsen, Ø. & Hobæk, A. 2009. Biologisk oppfølging av kalka lokaliteter i Aust-Agder i 2008. - NIVA-rapport, løpenummer 5733-2009. 43 s.
- Koste, W. 1978. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Ein Bestimmungswerk begr. Von Max Voigt. *Überordnung Monogononta*. 1-2. - Berlin/Stuttgart. 673 s., 234 pl.
- Matzow, D., Simonsen, J.H. & Valland, N. 1990. Registrering av sjørrretvassdrag i Aust-Agder 1988-1989. - Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvernabdelingen, rapport nr. 5-1990. 66 s.
- Nilssen, J.P. & Wærvågen, S.B. 2002. Intensive fish predation: an obstacle to biological recovery following liming of acidified lakes? - *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery* 9: 73-84, 2002.
- Nilssen, J.P. & Wærvågen, S.B. 2003. Ecological distribution of pelagic copepods and species relationship to acidification, liming and natural recovery in a boreal area. - *J. Limnol.* 62: 97-114.
- Omholt, P.K. & Matzow, D. 2010. Biologisk oppfølging av kalka lokaliteter i Aust-Agder i 2010 – innhenting av pristilbud. - Fylkesmannen i Aust-Agder. Miljøvernabdelingen. 5 s.
- Petrusek, A., Hobæk, A., Nilssen, J. P., Skage, M., Černý, M., Brede, N. & Schwenk, K. 2008. A taxonomic reappraisal of the European *Daphnia longispina* complex. - *Zoologica Scripta* 37: 507-519.
- Skov, A., Vikse, P. & Matzow, D. 1990. Kalkingsplan for Aust-Agder 1990-1993. - Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernabdelingen, Rapport nr. 11-1990. 242 s.
- Vethe, A. 1988. Sesongvariasjon i habitatfordeling og næringsval til abbor og aure i eit forsuringstrua vatn i Sør-Noreg. - Hovudoppgåve i spesiell zoologi. Universitetet i Oslo. 62 s.
- Vigerstøl, N.P. 2003. Sportsfiske i Aust-Agder. - Landbruksforlaget. 176 s.

Vedlegg 1. Kjemiresultater fra de undersøkte innsjøene i Aust-Agder for 2010 (Data fra Fylkesmannen i Aust-Agder. Miljøvernavdelingen).

MARKING	Prøve tatt	pH	NO3-N	TOC	Cl	SO4	Al/R	Al/II	Ca	Ca/IC	K	Mg	Mg/CP	Na	ANC
Merket		pH	µg N/l	mg C/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µEkv/l
		A 1-4	C 4-3	G 4-2	C 4-3	C 4-3	E 3-2	E 3-2	C 4-3	E 9-5	C 4-3	C 4-3	E 9-5	C 4-3	Beregnet*
Marksetjenn	02.11.2010	5,26	44	7	2,38	1,49	161	117	0,99		0,14	0,22		1,36	29,1179
Kabrettstjenn	02.11.2010	4,97	39	7,3	2,23	1,39	150	102	0,73		0,1	0,23		1,34	21,7118
Steinsvatn	02.11.2010	6,28	44	8,8	2,45	1,56	100	95	3,11		0,2	0,24		1,47	139,6531
Tegardvatn	02.11.2010	5,82	41	9,6	2,51	1,66	119	115	2,03		0,27	0,23		1,54	86,1015
Kjellingjenn	02.11.2010	5,2	34	6,7	2,71	1,48	157	112	1,05		0,14	0,24		1,39	26,6685
Skardvatn	12.05.2010	6,12								1,44			0,676		
Skardvatn	02.11.2010	6,04	185	6,4	6,51	2,84	96	89	1,55		0,44	0,73		3,93	64,1135
Rosalvatnet	19.05.2010	5,81								1,09			0,34		
Rosalvatnet	08.11.2010	5,36	105	7,1	3,78	2,07	143	107	1,04		0,27	0,4		2,22	31,3391

Vedlegg 2. Arter / taxa funnet i sparkeprøvene i utløpsbekken av de undersøkte vatna i Aust-Agder i 2010. * litt sensitiv for forurening ** moderat sensitiv *** svært sensitiv

Lokalitet:	Marksettjenn utløp	Kabrettstjenn utløp	Steinsvatn utløp	Tegardvatn utløp	Kjellingtjenn utløp	Skardvatn utløp	Rosalvatnet utløp
Hydrozoa							
<i>Hydra</i> sp.						4	
Nematoda	1	2	2	2	3		4
Bivalvia							
<i>Pisidium</i> sp. *	9		11	6		8	
Oligochaeta	3	4	4	2	6	3	4
Crustacea							
<i>Bosmina</i> sp.	10	1			1	1	4
<i>Daphnia</i> sp. **			10	12		4	24
<i>Holopedium gibberum</i>	12	7	2	4	5	5	2
Calanoida indet.			2			1	
Cyclopoida indet.	1	1					
Ostacoda indet.						1	
Acari					1	1	1
Ephemeroptera							
<i>Leptophlebia vespertina</i>	2			2	1	14	3
<i>Leptophlebia marginata</i>	1		8			13	2
<i>Leptophlebia</i> sp.			4				
Plecoptera							
<i>Amphinemura borealis</i>							20
<i>Amphinemura</i> sp.						1	
<i>Brachyptera risi</i>		1					
<i>Isoperla</i> sp. **							8
<i>Leuctra hippopus</i>		3					13
<i>Leuctra</i> sp.	1						
<i>Nemoura avicularis</i>		1					
<i>Nemoura cinerea</i>			64	22	10	9	2
<i>Nemoura</i> sp.					4	4	
<i>Protonemura meyeri</i>							6
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	2						
Odonata							
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>			1				
<i>Aeshna</i> sp.			1				
Anisoptera indet.						2	

Vedlegg 2 fortsetter.....

Lokalitet:	Marksetjenn utløp	Kabretstetjenn utløp	Steinsvatn utløp	Tegardvatn utløp	Kjellingtjenn utløp	Skardvatn utløp	Rosalvatnet utløp
Coleoptera							
<i>Olimnius tuberculatus</i>		1	2			2	4
Trichoptera							
<i>Athripsodes anterrimus</i>							2
<i>Hydropsyche siltalai</i> **						2	26
<i>Limnephilus</i> sp.			4			1	
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	3	3		10		5	
<i>Oxyethira</i> sp.	1		1				
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		1	3	20	1		
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	25	18		2	4	2	8
<i>Rhyacophila nubila</i>	2	3	1		1	7	
<i>Tinodes waeneri</i> **						1	
Limnephilidae indet.			8			6	3
Diptera							
Chironomidae indet.	57	49	100	63	55	24	71
Ceratopogonidae indet.	4	2			1	2	7
Simuliidae indet.	53	18	68	127	22	42	63
Empididae indet.	1	1					10
<i>Tipula</i> sp.	1				1		1
<i>Dicranota</i> sp.		1					
Limonidae				5	1		
Antall individ	189	117	296	277	117	165	288
Antall arter / taxa	19	18	19	13	16	26	23
Forsuringsindeks 1	0,25	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5
Forsuringsindeks 2	-	-	-	-	-	-	-

Vedlegg 3. Dyreplankton i innsjøer undersøkt 2010. Tallene angir tetthet pr m² innsjøoverflate, basert på ett håvtrekk i hver innsjø. Blå skravering angir moderat forsuringfølsomme arter. Forklaring til symboler nedenfor tabellen.

individer pr m ²	Kabrettste-		Steinsvatn 14-15/9/10 7-0 m	Kjelling-tjenn 20-21/9/10	Tegards-vatn 14-15/9-10 5-0 m	Skardvatn 31/8-1/9-10 12-0 m	Rosalvatn 15-16/9/10 knust
	Markset-tjenn 20-21/9-10	tjenn 30-31/8-10					
Vannopper (Cladocera)							
* <i>Sida crystallina</i>		+					
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>				28		3 608	
<i>Holopedium gibberum</i>	962	3 077	2 334	23 767	20 796	3 820	
<i>Daphnia cf. longispina</i>			15 915		15 491	283	L
<i>Daphnia cf. lacustris</i>	28	424		318			
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	241						L
<i>Bosmina longispina</i>	806	11 035	531	7 215	1 485	2 122	L
<i>Bythotrephes longimanus</i>						14	L
<i>Polyphemus pediculus</i>						141	L
* <i>Streblocerus serricaudatus</i>		+					
* <i>Eurycercus lamellatus</i>		s					
* <i>Alona affinis</i>		s	s				
* <i>Alona</i> sp.		+			s		
* <i>Alonella nana</i>	+	+	+		+	+	
* <i>Graptoleberis testudinaria</i>			s		s		
* <i>Chydorus cf. sphaericus</i>		s					
Hoppekreps (Copepoda)							
<i>Cyclops scutifer</i>	a	a	+	a	a	a	L
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	a	a	a		a		
<i>Thermocyclops oithonoides</i>						a	
* <i>Eucyclops</i> sp.			+				
Cyclopoide copepoditter	13 822	2 228	9 125	16 552	10 398	4 881	
Cyclopoide nauplii	2 094	2 971	185 044	3 537	12 308	2 971	
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	396	424	3 289	212	2 546	71	L
<i>Hetercope saliens</i>			212	28	141	14	L
Calanoide copepoditter	241		2 653	1 804	4 032	2 476	
Calanoide nauplii			7 639		849	566	
Hjuldyr (Rotatoria)							
<i>Conochilus unicornis/hippocrep</i>	272 332				3 395	7 074	L
<i>Asplanchna priodonta</i>						707	
<i>Kellicottia longispina</i>	7 144	2 122	33 104	849	424	1 415	L
Midd (Acari) indet.	+						
Tovinger (Diptera)							
<i>Chaoborus flavicans</i> larver			1 061			28	
Sum Cladocera	2 037	14 536	18 780	31 329	37 773	9 988	
Sum Copepoda	16 552	5 623	207 962	22 133	30 275	10 978	
Sum Krepsdyr	18 589	20 160	226 743	53 462	68 048	20 966	
Sum Hjuldyr	279 476	2 122	33 104	849	3 820	9 196	
Totalt antall dyr	298 065	22 282	259 847	54 311	71 867	30 162	

+ - tilstede i meget lavt antall (<10)

s - påvist skallrester

* - strand- eller bunnlevende art

L - pelagisk art registrert i littoral prøve fra Rosalvatn

a - Cyclopoide copepoditter tilhører trolig denne arten

Vedlegg 4. Arter registrert i littorale håvtrekk i 2010. Skravering indikerer følsomhet for forsurening: Grønn: forsurningsfølsomme arter; blå: moderat forsurningsfølsomme arter; brun: forsurningsbegunstigete arter. Arter uten skravering regnes verken som følsomme eller begunstigete. Forklaring til symboler nedenfor tabellen.

Registrerte arter	Marksettjenn 20-21/9-2010 antall prøver-> 2	Kabrettstetjenn 30-31/8-2010 2	Steinsvatn 14-15/9-2010 1	Tegardsvatn 14-15/9-2010 1, knust	Kjellingtjenn 20-21/9/10 1	Skardvatn 31/8-1/9-2010 2	Rosalvatn 15-16/9-2010 1
Vannopper (Cladocera)							
<i>Sida crystallina</i>	+	+	+	A	+		
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>		+			+	+	
<i>Holopedium gibberum</i>		+	+		+	+	
<i>Daphnia cf. longispina</i>			+			+	+
<i>Daphnia cf. lacustris</i>		+			+		
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	+						+
<i>Simocephalus vetulus</i>	+						
<i>Scapholeberis mucronata</i>							
<i>Bosmina longispina</i>	+	+	+		+	+	+
<i>Polyphemus pediculus</i>				A		+	+
<i>Bythotrephes longimanus</i>						+	+
<i>Leptodora kindtii</i>						+	
<i>Acantholeberis curvirostris</i>		+					
<i>Streblocerus serricaudatus</i>	+	+		A	+	+	+
<i>Eurycerus lamellatus</i>	+	+		A	+		
<i>Alonopsis elongata</i>			s			+	+
<i>Acroperus harpae</i>	+		s			+	
<i>Acroperus angustatus</i>			+				+
<i>Alona affinis</i>	+	s	+				+
<i>Alona rustica</i>	+	s				s	+
<i>Alona intermedia</i>	+						
<i>Alona guttata</i>			s				
<i>Alona sp.</i>							
<i>Alonella nana</i>	+	+	s	A	+	+	+
<i>Alonella excisa</i>							+
<i>Alonella exigua</i>			+	A			
<i>Pleuroxus (Peracantha) truncatus</i>			+	A			
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	+						
<i>Chydorus cf. sphaericus</i>	+	+	+	A		+	
Hoppekreps (Copepoda)							
<i>Cyclops scutifer</i>		+					+
<i>Mesocyclops leuckarti</i>		+					
<i>Thermocyclops oithonoides</i>						+	
<i>Macrocyclus albidus</i>	+	+	+	A	+		
<i>Eucyclops serrulatus</i>			+	A			
<i>Eucyclops denticulatus</i>	+						
<i>Eucyclops macrurus</i>						+	
Cyclopoide copepoditter		+	+		+	+	
Cyclopoide nauplii		+	+				
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	+	+	+		+	+	+
<i>Hetercope saliens</i>	+	+	+		+		+
Calanoide copepoditter		+	+		+		+
Calanoide nauplii					+		
Hjuldyr (Rotatoria)							
<i>Conochilus unicornis/hippocrepis</i>	+		+			+	+
<i>Asplanchna priodonta</i>						+	
<i>Kellicottia longispina</i>		+	+			+	+
Midd (Acari) indet.		+					
<i>Cnaoovorur javicans</i> larver			+				
Antall registrerte arter vannopper	13	12	13	(8)	8	13	12
Antall registrerte arter hoppekreps	4	4	4	(2)	3	3	3
Antall registrerte arter hjuldyr	1	1	2	(0)	0	3	2
Totalt antall arter	18	17	19	(10)	11	19	17

+ - tilstede i meget lavt antall (<10)

s - påvist skallrester, men ingen levende dyr

A - littoral art registrert i rest av knuste prøver, antas å stamme fra strandsonen i Tegardsvatn

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no