NINA Rapport 169

Endringer i areal med forsurings-skadde fiskebestander i norske innsjøer fra rundt 1990 til 2006

Trygve Hesthagen
Gunnel Østborg

NATURENS TÅLEGRENSER
Miljøverndepartementet
Rapport nr 123

NINA
Norsk institutt for naturforskning

LAGSPILL ENTUSIASME INTEGRITET KVALITET

Samarbeid og kunnskap for framtidas miljøløsninger

Naturens Tålegrenser

Programmet Naturens Tålegrenser ble satt igang i 1989 i regi av Miljøverndepartementet. Programmet skal blant annet gi innspill til arbeidet med Nordisk Handlingsplan mot Luftforurensninger og til aktiviteter under Konvensjonen for Langtransporterte Grensoverskridende Luftforurensninger (Genevekonvensjonen). I arbeidet under Genevekonvensjonen er det vedtatt at kritiske belastningsgrenser skal legges til grunn ved utarbeidelse av nye avtaler om utslippsbegrensning av svovel, nitrogen og hydrokarboner.

Miljøverndepartementet har det overordnete ansvar for programmet, mens ansvaret for den faglige oppfølgingen er overlatt en arbeidsgruppe bestående av representanter fra Direktoratet for naturforvaltning (DN) og Statens forurensningstilsyn (SFT).

Arbeidsgruppen har for tiden følgende sammensetning:

Tor Johannessen - SFT
Else Løbersli - DN
Steinar Sandøy – DN

Henvendelse vedrørende programmet kan rettes til:

Direktoratet for naturforvaltning
7485 Trondheim
Tel: 73 58 05 00

eller
Statens forurensningstilsyn
Postboks 8100 Dep
0032 Oslo 1
Tel: 22 57 34 00

Norsk institutt for naturforskning

Endringer i areal med forsurings-skadde fiskebestander i norske innsjøer fra rundt 1990 til 2006

Trygve Hesthagen
Gunnel Østborg

Endringer i areal med forsuringsskadde fiskebestander i norske innsjøer fra rundt 1990 til 2006. - NINA Rapport 169. 114 s.

Trondheim, desember 2008

ISSN: 1504-3312
ISBN: 82-426-1724-4

RETTIGHETSHAVER
© Norsk institutt for naturforskning
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET
Åpen

PUBLISERINGSTYPE
Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON
Odd Terje Sandlund

KVALITETSSIKRET AV
Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR
Odd Terje Sandlund (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)
Direktoratet for naturforvaltning

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER
Else Løbersli

FORSIDEBILDE
Videdalsvassdraget i Rogaland. Foto: Trygve Hesthagen

NØKKELORD
Fisk, innsjø, forsuring, fiskestatus, endring, vannkvalitet

KEY WORDS
Fish, lakes, acidification, fish status, improvement

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo
Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø
Polarmiljøsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00
Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer
Fakkelgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Hesthagen, T. & Østborg, G. 2008. Endringer i areal med forsuringsskadde fiskebestander i norske innsjøer fra rundt 1990 til 2006. NINA Rapport 169. 114 s.

I Sør-Norge har det vært omfattende skader på fiskebestander pga forsuring i mange vassdrag. Skadeomfanget pr. 1990 er tidligere dokumentert, både mht antall skadde og tapte bestander i innsjøer og størrelsen på berørt areal (innsjø – og landareal). I denne rapporteren har vi beregnet størrelsen på arealet med forsuringsskadde fiskebestander pr. 2006. Kartleggingen er gjort ved å sende ut spørreskjema og å intervjue personer med god kunnskap om fisk i aktuelle kommuner. Fiskebestandene i kalkede innsjøer antas å være skadde eller tapte. Beregningene av skadeareal pr. 1990 ble opprinneleg gjort ved å plotte den geografiske lokaliseringen av innsjøer med berørte fiskebestander på kart med målestokk fra 1:420.000 til 1:1.000.000, avhengig av størrelsen på hvert fylke. Deretter ble skadeområdene avgrenset på et subjektivt grunnlag, dvs uten å ta hensyn til avstanden mellom innsjøer med berørte bestander. Arealene ble deretter manuelt beregnet. For å få mer nøyaktige tall for skadeareal pr. 1990, ble innsjøer med berørte fiskebestander plottet på kart med målestokk 1:50000. Vi har forutsatt at dersom en gruppe innsjøer med berørte bestander skal tilhøre samme skadeområde, må de ligge mindre enn 3 km fra hverandre. Beregningene pr. 1990 ble gjort på basis av et stort datagrunnlag, med rundt 7.200 skadde eller tapte bestander. Av ressursmessige hensyn var det ikke mulig å samle opplysninger om fiskestatus for like mange fiskebestander ved undersøkelsen pr. 2006. Informantene ble derfor bedt om å angi utstrekningen av dagens skadeområder i sin kommune. De nye beregningene pr. 1990 ga et skadeareal på 20.446 km2. Tilsvarende metodikk ble benyttet på 2006-materialet, som ga et skadeareal på 13.326 km2. Det innebærer at det har vært en reduksjon i skadeareal på rundt 38 % i løpet av de siste 15 åra. Vest-Agder og Aust-Agder har fortsatt de største fiskeskadene pga forsuring, med berørte areal på henholdsvis 3.727 og 3.718 km2. Det har også vært små endringer i fiskeskadene i løpet av de siste 15 åra i disse fylkene. Viktige unntak er enkelte områder av Sira- og Tovdalsvassdraget. Hordaland og Hedmark har hatt en kraftig reduksjon i sine fiskeskader, der arealene nå utgjør henholdvis 537 og 451 km2. Akershus, Buskerud, Telemark og Rogaland har også langt mindre fiskeskader enn tidligere, med berørte areal på henholdsvis 584, 832, 788 og 1.305 km2. Disse skadereduksjonene antas å ha sammenheng med en bedret vannkvalitet i løpet av de siste åra, med økt pH og lavere innhold av giftig aluminium. Dette har også ført til at mange kalkingsprosjekt har blitt avsluttet. Det antas at de forsuringsrelaterte fiskeskadene vil bli ytterligere redusert, men omfanget vil avhenge av den vannkjemiske utviklingen.

Trygve Hesthagen & Gunnel Østborg, Tungasletta 2, 7485 Trondheim.
trygve.hesthagen@nina.no

Innhold

Sammendrag **5**

Innhold **6**

Forord **7**

1 Innledning **8**

2 Metoder **10**

3 Resultater **11**
3.1 Antall tapte og skadde aure- og abborbestander i ulike fylker 11
3.2 Endringer i areal med fiskeskader fra rundt 1990 til 2006 i ulike fylker 11
3.3 Fiskeskader i ulike fylker 13
3.3.1 Østfold 13
3.3.2 Oslo & Akershus 17
3.3.3 Hedmark 22
3.3.4 Oppland 30
3.3.5 Buskerud 34
3.3.6 Vestfold 39
3.3.7 Telemark 41
3.3.8 Aust-Agder 47
3.3.9 Vest-Agder 57
3.3.10 Rogaland 66
3.3.11 Hordaland 72
3.3.12 Sogn og Fjordane 85
3.3.13 Møre og Romsdal 95
3.3.14 Sør-Trøndelag 96
3.3.15 Finnmark 96

4 Diskusjon **97**

5 Referanser **100**

Vedlegg: Naturens Tålegrenser - Oversikt over utgitte rapporter **107**

Forord

Rapporten er skrevet på oppdrag for Direkoratet for naturforvaltning (DN) under programmet Naturens Tålegrenser. Else Løbersli har vært kontaktperson hos DN. Materialet over endringer i fiskestatus er i hovedsak samlet inn i løpet av perioden 2004-2006. Det er basert på opplysninger gitt ved intervjuer eller besvarelser av utsendte spørreskjema til aktuelle personer i den enkelte kommune. Vi har kun samlet inn data fra forsuringsrammede områder i Sør-Norge. Vi takker alle som har bidratt med opplysninger om fiskestatus. Opplysninger om forsuringssituasjonen for de enkelte kommuner i Akershus er supplert av Bjørn Otto Dønnum og Helge Pedersen hos NJFF. Datagrunnlaget fra Akershus bygger i noen grad på Aksjon 88, fylkesmannens data over vannprøver og forekomst av kalkede lokaliteter. Vi takker Espen Enge for hans vurdering av fiskeskadene i store deler av Rogaland, samt i Sirdal kommune i Vest-Agder. Sven Sandodden hos Eurospatial har foretatt de digitale beregningene av skadeareal pr. 1990.

Fiskeskadene vurderes ut fra berørt land – og innsjøareal. Dette prosjektet er også en revisjon av metodikken som har vært benyttet ved beregning av berørt areal. Blant annet manglet man tidligere en definisjon av hva som mentes med et sammenhengende forsuringsområde. Dette prosjektet skal videreføres, med elektronisk identifisering av alle berørte innsjøer og skadeareal. På den måten vil en kunne gi en sikrere referanse til dagens status, samtidig som en kan få tall på antall innsjøer med berørte fiskebestander, størrelsen på de berørte nedbørfeltene etc.

Oktober 2008
Trygve Hesthagen

1 Innledning

Forsuringen har ført til store skader på fiskebestander i sørnorske vassdrag, med tap av rundt 9.600 innsjølevende bestander (Hesthagen m.fl. 1999). Aure er påført de størst skadene, med rundt 8.200 tapte bestander. Disse beregningene omfatter lokaliteter større enn tre hektar. Dersom minimumsstørrelsen på innsjøene blir satt til fire hektar, er tapene beregnet til rundt 5.120 bestander (Tammi m.fl. 2003). Det er funnet en god sammenheng mellom overskridelser av tålegrenser for overflatevatn og fiskestatus i norske innsjøer (Henriksen m.fl. 1999). De regionale fiskeskadene skyldes derfor i hovedsak forsuring. Disse skadene har ført til en omfattende kalking av innsjøer i Sør-Norge, totalt rundt 3.000 lokaliteter (jfr **figur 1**). I tillegg er et ukjent antall elver og bekker direkte kalket eller påvirket av kalking.

Kartleggingen av de regionale fiskeskadene i Sør-Norge startet for alvor i SNSF-prosjektet på 1970-tallet (Sevaldrud & Muniz 1980). Fiskestatus ble samlet inn vha intervjuer og utsending av spørreskjema, og skadene i hvert fylke ble uttrykt som berørt innsjø- og landareal. SNSF-prosjektet samlet blant annet opplysninger om fiskestatus (god, skadet eller tapt), bestandsendringer (økt, uendret, redusert eller tapt) og tidspunkt for eventuelle endringer (tiår). Deretter ble områder med skadde og tapte bestander skravert og arealberegnet (både innsjø- og landareal). På slutten av 1970-tallet var det skadde og tapte fiskebestander innen et areal på 33.000 km^2. Av dette arealet ble 13.000 km^2 vurdert som totalskadet. Tidlig på 1980-tallet ble kartleggingen av fiskeskader videreført av Statlig program for forurensningsovervåking, under Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Materialet som ble samlet inn fram til rundt 1990 ble også benyttet til å beregne skadeareal før 1970 fordi det forela data om hvilke tiår de enkelte bestander ble skadet eller gikk tapt (Hesthagen m.fl. 1994, 1999). I 1940 var arealet med berørte fiskebestander bare rundt 1.400 km^2. Men i løpet av 1950-tallet begynte fiskeskadene på Sørlandet for alvor å gjøre seg gjeldende, og fram til 1960 hadde skadearealet økt til 10.960 km^2. Aust- og Vest-Agder hadde størst skadeareal, som utgjorde henholdsvis 32 % (2.900 km^2) og 26 % (1.890 km^2) av totalarealet. Den største skadeøkningen skjedde på 1960-tallet, med et berørt areal pr. 1970 på 30.730 km^2. Aust- og Vest-Agder hadde skadeareal på henholdsvis 7.000 og 6.150 km^2. Det var også en økning i fiskeskadene på 1980-tallet, med et berørt areal pr. 1990 på 51.500 km^2. Samlet forelå det nå data for rundt 7.200 skadde eller tapte fiskebestander. Pr. 1990 ble det også beregnet skadeareal på basis av rutenett på 12 x 12 km, basert på en skadeindeks for hver rute (Berger m.fl. 1992, Hesthagen m.fl. 1999). Denne analysen ga et skadeareal på rundt 84.000 km^2. Et større skadeareal med denne metoden skyldes at hele arealet i hver rute blir vurdert som skadet, uavhengig av lokaliseringen av innsjøer med berørte fiskeskader.

I Sør-Norge har det vært en betydelig reduksjon i mengden sur nedbør i løpet av de siste åra. I perioden 1980-2006 avtok årsmiddelkonsentrasjonen av sulfat i nedbøren med 60-83 %, samlet for alle målestasjonene på fastlands-Norge (Aas m.fl. 2007). I denne perioden har reduksjonene i svoveldioksid og sulfat vært på henholdsvis 80-97 og 63-71 %. Dette har ført til en kraftig bedring av vannkvaliten, med høyere pH, økt syre-nøytraliserende kapasitet (ANC) og lavere innhold av giftig uorganisk aluminium (Skjelkvåle m.fl. 1998, 2001, Saksgård & Schartau 2005, SFT 2007). Dette satte fokus på om skadde fiskebestander og andre akvatiske organismer også hadde gjenhentet seg i løpet av de siste åra. I 1995/96 ble det foretatt en kartlegging av fiskestatus i de samme lokalitetene som inngikk i den regionale 1000-sjøers undersøkelsen (jfr. Henriksen m.fl. 1988, Lien m.fl. 1996). Men inntil da hadde det ikke vært noen særlig bestandsøkning hos fisken i de forsuringsrammede områdene i Sør-Norge (Hesthagen m.fl. 2000a).

I denne rapporten ser vi på om det har vært bestandsendringer i løpet av de siste 15 åra, fra rundt 1990 og fram til 2006. Analysen omfatter endringer i areal med skadde og tapte fiskebestander fordelt på enkelte kommuner og fylker.

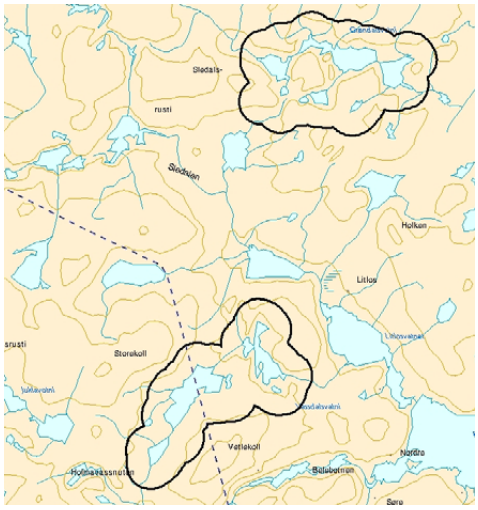
***Figur 1**. Lokaliseringen av kalkede innsjøer i Sør-Norge fra 1990-tallet og fram til 2006, angitt i blå farge.*

2 Metoder

Opplysninger om innsjølevende fiskebestander er basert på informasjon fra lokalkjente personer i hver kommune, enten ved intervju eller besvarelse av spørreskjema (Sevaldrud & Muniz 1980). På den måten har det vært mulig å skaffe fiskestatus fra et stort antall lokaliteter. Metoden har vist seg å være tilfredsstillende for å vurdere relativ mengde fisk i innsjøer med ulik bestandsstatus; god (uendret), skadet eller tapt (Hesthagen m.fl. 1993). Innsamlingen av data ble først forsøkt gjort ved å kontakte aktuelle kommuner i Sør-Norge, med forespørsel om kartlegging eller koordinering av arbeidet. Men pga manglende ressurser har svært få kommuner hatt anledning til å bidra. Mange kommuner har heller ikke svart på henvendelsen. Vi har derfor i hovedsak tatt direkte kontakt med personer som vi fra ulike hold fekk opplyst å ha god kjennskap til fiskebestandene i den enkelte kommune.

Beregningene av skadeareal pr. 1990 ble gjort ved å plotte lokaliseringen av innsjøer med skadde og tapte fiskebestander på kart med målestokk fra 1:420.000 til 1:1.000.000, avhengig av størrelsen på hvert fylke (Hesthagen m.fl. 1994). Deretter ble skadeområdene skravert og arealberegnet manuelt. Disse beregningene er følgelig basert på en relativt grov målestokk. Vi har derfor gjort nye analyser av materialet pr. 1990, ved å plotte berørte innsjøer på kart med målestokk 1:50.000. Tidligere ble skadeområdene avgrenset på et subjektivt grunnlag, dvs uten å ta hensyn til avstanden mellom innsjøer med berørte bestander (jfr Sevaldrud & Muniz 1980). Vi har nå definert et sammenhengende forsuringsområde til å gjelde innsjøer med skadde eller tapte fiskebestander som ligger mindre enn 3 km fra hverandre. Avgrensningen ble satt 500 m utenfor de ytterste innsjøene med berørte bestander innen hvert område (**figur 2**). Et skadeområde omfatter både land- og innsjøareal (jfr. Sevaldrud & Muniz 1980). De nye skadearealene pr. 1990 er beregnet vha digitalisering.

Skadearealet pr. 1990 ble beregnet på basis av opplysninger om fiskestatus fra rundt 7.200 skadde eller tapte bestander. Dette materialet ble samlet inn fra tidlig på 1970-tallet og altså fram til rundt 1990 (jfr. Sevaldrud & Muniz 1980, Hesthagen m.fl. 1999). Det har ikke vært mulig å samle fiskestatus fra like mange innsjøer ved oppdateringen pr. 2006. Vi har derfor støttet oss til en mer generell beskrivelse av skadearealene innen hver kommune. Følgelig har vi ikke kjennskap til status for alle fiskebestandene innen hvert skadeområde. Vi har også måttet bruke skjønn ved avgrensningen av enkelte berørte områder. Dette ble gjort på basis av geologi, lokalisering (høyde over havet) og eventuelle vannkjemiske data. Vi har antatt at alle kalkede innsjøer har skadde eller tapte fiskebestander, forutsatt at det ikke foreligger andre opplysninger. Noen høyereliggende innsjøer blir kalket for å bedre vannkvaliteten på lakseførende strekning, og slike lokaliteter er ekskludert fra skadearealene. Ved vurdering av fiskeskadene i flere kommuner i Hordaland og Sogn og Fjordane har vi også støttet oss til de omfattende vannkjemiske og fiskebiologiske undersøkelsene som har vært gjennomført i seinere år (se referanser under hvert fylke). Skadeområdene pr. 2006 ble skravert og arealberegnet manuelt.



***Figur 2**. Kart som illustrerer to adskilte områder med skadde fiskebestander, dvs som har en avstand på over 3 km. Det er etablert en buffersone på 500 meter utenfor de ytterste innsjøene i hvert skadeområde.*

3 Resultater

3.1 Antall tapte og skadde aure- og abborbestander i ulike fylker

Tidligere er det foretatt en beregning av antall tapte og skadde fiskebestander pga forsuring (Hesthagen m.fl. 1999). Her presenteres fylkesvise tall for aure og abbor (**tabell 1**). Aust-Agder og Vest-Agder har de største skadene for aure, med henholdsvis 2.620 og 2.418 tapte bestander. Det tilsvarer 62 % av tapene på landsbasis. Det er også store fiskeskader i Rogaland, med nærmere 1.300 tapte aurebestander. Dette fylket har flest skadde aurebestander med 726 stk, etterfulgt av Aust-Agder (n=592) og Vest-Agder (n=523). Antall skadde aurebestander i disse tre fylkene utgjør nærmere halvparten av totalen. Aust-Agder har også de største tapene av abbor, med 502 av totalt 965 bestander (52 %). I Vest-Agder er abboren mindre vanlig, og her har 212 bestander gått tapt. Østfold og Akershus har også relativt mange tapte abborbestander, med til sammen 128 stk. Østfold og Aust-Agder har flest skadde abborbestander, med henholdsvis 228 (25 %) og 195 stk (22 %).

***Tabell 1**. Beregning av antall skadde og tapte aure- og abborbestander pga forsuring i enkelte fylker i Sør-Norge pr. 1990.*

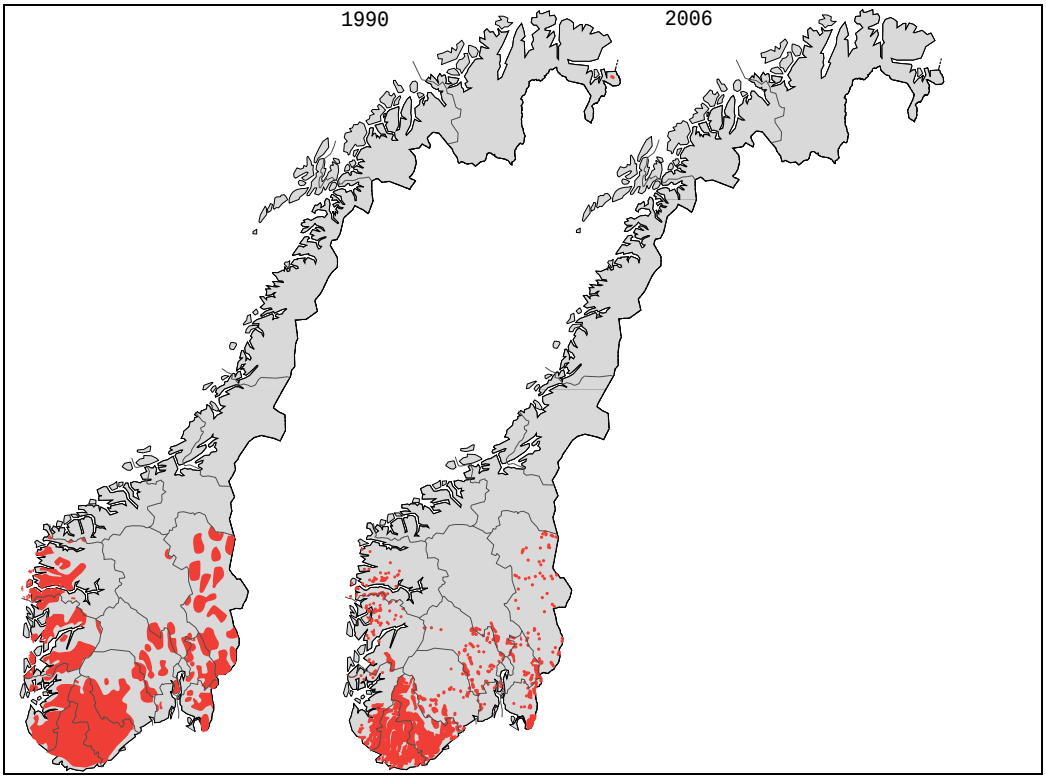
Fylke	**Aure**		**Abbor**	
	Skadet	Tapt	Skadet	Tapt
Østfold	181	102	228	71
Akershus	132	104	140	57
Hedmark	197	171	114	20
Oppland	82	75	7	5
Buskerud	249	338	118	74
Vestfold	22	5	6	2
Telemark	223	659	35	22
Aust-Agder	592	2.620	195	502
Vest-Agder	523	2.418	59	212
Rogaland	736	1.289	-	-
Hordaland	499	228	-	-
Sogn og Fjordane	445	168	-	-
Totalt	3.881	8.177	902	965

3.2 Endringer i areal med fiskeskader fra rundt 1990 til 2006 i ulike fylker

De nye beregningene gir et areal med berørte fiskebestander pr. 1990 på 20.446 km^2 (**tabell 2**). Pr. 2006 er skadearealet beregnet til 13.326 km^2, dvs en reduksjon på 38 % i løpet av de siste 15 åra. Vest-Agder og Aust-Agder har størst skadeareal, med henholdsvis 3.702 og 3.718 km^2. Det tilsvarer 57 % av totalen for hele Sør-Norge. Disse fylkene har hatt små bedringer i fiskestatus, bortsett fra enkelte områder av Sira- og Tovdalsvassdraget. Hedmark og Hordaland har nå betydelig mindre fiskeskader enn tidligere, med skadeareal på henholdsvis 413 og 537 km^2. Fiskeskadene i Akershus, Buskerud, Telemark og Rogaland har også avtatt betydelig. Skadearealene basert på de opprinnelige beregningene pr. 1990 er også angitt (**tabell 2**)

***Tabell 2**. Beregnet areal med skadde og tapte fiskebestander pga forsuring i enkelte fylker i Sør-Norge pr. 1990 og 2006.*

Fylke	Skadeareal pr. 1990: gamle beregninger (km^2)	Skadeareal pr. 1990: nye beregninger (km^2)	Skadeareal pr. 2006 (km^2)	Reduksjon i skadeareal fra 1990 til 2006 (%)
Østfold	1.700	601	519	13,6
Akershus	2.200	1.069	584	45,4
Hedmark	7.280	1.529	413	42,9
Oppland	750	601	378	37,1
Buskerud	3.110	1.713	832	51,4
Vestfold	280	104	74	28,9
Telemark	5.920	1.792	788	56,0
Aust-Agder	7.800	4.006	3.718	7,2
Vest-Agder	6.600	3.806	3.727	2,7
Rogaland	4.540	2.533	1.305	48,5
Hordaland	6.820	2.069	537	74,1
Sogn og Fjordane	4.500	623	451	27,6
Totalt	52.500	20.446	13.326	37,7

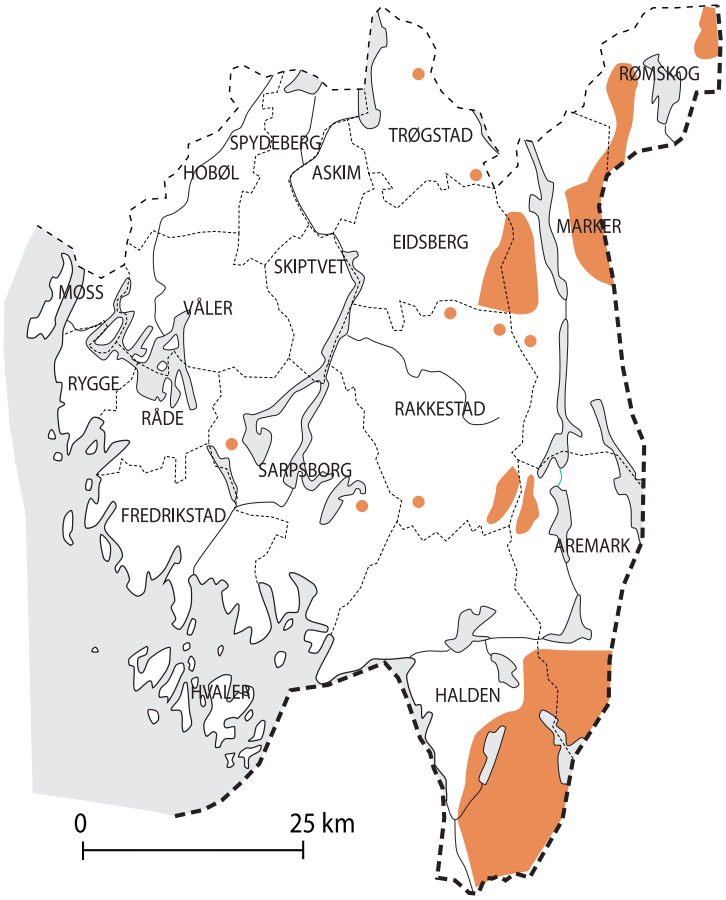


***Figur 3**. Geografisk fordeling av områder med fiskeskader pga forsuring pr. 1990 og 2006.*

3.3 Fiskeskader i ulike fylker

3.3.1 Østfold

Østfold har hatt en moderat nedgang i områder med forsuringsskadde fiskebestander i løpet av de siste 15 åra, fra 715 til 519 km^2. Halden kommune har de størst fiskeskadene, men deler av Aremark, Rakkestad, Eidsberg, Marker og Rømskog kommuner er også fortsatt rammet.



***Figur 4**. Områder med forsuringsskadde fiskebestander i Østfold pr. 2006. Områder mindre enn 15 km^2 er angitt som ett punkt.*

På 1970-tallet ble det registrert forsuringsskadde fiskebestander innen seks større og mindre områder av Østfold (Sevaldrud & Muniz 1980). Tilsammen dekte de et areal som utgjorde rundt 31 % av fylkets areal. (i) Det sydligste området lå mellom Iddefjorden-Kornsjø og Aspern, og dekte størstedelen av Halden og litt av Aremark kommune (hovedsakelig Enningdalsvassdraget). (ii) Vest for Aremarksjøen-Ørsjøen var det et område med mange sure innsjøer. Dette området strekte seg fra Femsjøen i sør til E 18 og omfattet skogområder i flere tilstøtende kommuner. Lengst nord, på grensa til Akershus, var det to adskilte forsuringsområder. (iii) Et lite område på høydene mellom Øgdern og Trøgstad. (iv) Et større skogsområde på begge sider av Rømsjøen i Rømskog kommune. (v) I de sentrale deler av Østfold ble det registrert et forsuringsareal vest for Glomma. (vi) Det siste forsuringsområdet var lokalisert mellom Isesjøen i Skjeberg kommune og sørøstover inn i Halden kommune til Riksvei 21. En oppdatering av fiskestatus på 1990-tallet viste en klar økning i areal med forsuringsskadde fiskebe-

stander (Hesthagen m.fl. 1994). I Østfold har de omfattende skadene på fiskebestander resultert i en betydelig kalkingsaktivitet (Jansson 1996).

Østfold har hatt en moderat nedgang i områder med forsuringsskadde fiskebestander i løpet av de siste 15 åra, fra 715 til 519 km^2 (**tabell 2 & 3**). Fiskeskadene er fortsatt størst i Halden kommune, men Aremark, Rakkestad, Eidsberg, Marker og Rømskog er også relativt hardt rammet (**figur 4**).

Tabel 3. *Kommunevis fordeling av areal med forsuringsskadde fiskebestander i Østfold pr. 2006.*

Kommune-nr	**Kommune**	**Areal (km^2)**
101	Halden	176
118	Aremark	63
128	Rakkestad	46
119	Marker	97
125	Eidsberg	47
122	Trøgstad	10
121	Rømskog	70
105	Sarpsborg	10
Alle		519

Halden Det er fortsatt betydelige fiskeskader pga forsuring i Halden. Nærmere 50 innsjøer i kommunen er kalket. Utviklingen i vannkvaliteten i Holvatn, som er et referansevatn i Statlig program for forurensningsovervåking (SFT 2007), viser små endringer i løpet av de siste åra. Analyseresultatene fra høsten 2004 viste at innsjøen fortsatt er kronisk sur, med pH 4,97 og labilt Al på 88 µg/L.I store deler av de sørøstligste områdene av Halden er fiskebestandene fortsatt skadet av forsuring. Disse områdene ligger over marin grense (> 174 moh), der berggrunnen i hovedsak består av gneis og noe granitt (Hesthagen m.fl. 2002). Fiskebestandene i store deler av dette området ligger i Enningdalsvassdraget. Rundt ⅔ av dette vassdraget ligger for øvrig i Sverige. Den norske delen har rundt 60 innsjøer over 15 dekar, blant annet nordre Boksjø, søndre Boksjø og nordre Kornsjø. Nærmere 30 av de norske innsjøene er kalket, og arealmessig utgjør de over 90 %. Kalkingen av Boksjøene og nordre Kornsjø startet allerede tidlig på 1980-tallet, fra svensk side. Det har vært en betydelig forsknings- og overvåkingsaktivitet i Enningdalsvassdraget, med undersøkelser av fisk, zooplankton og vannkjemi i 56 innsjøer i perioden 2002-08 (Hesthagen m.fl. 2007a,b, Walseng m.fl. 2008). Enningdalsvassdraget har store fiskeskader pga forsuring, med overt 120 tapte bestander. Det er bare fiskebestandene noen få innsjøer under marin grense er uberørt av forsuringen.

Aremark En del fiskebestander i sørligste deler av kommunen er fortsatt forsuringsskadde. Store deler av området ligger over marin grense, og har derfor en forsuringsfølsom vannkvalitet (Noteby 1983). Tidligere har en del innsjøer vært kalket i privat regi (Jansson 1996). Helt i sør strekker forsuringsområdet seg til nordre og søre Boksjø. Breidtjern inngår i det nasjonale overvåkingsprogrammet, og innsjøen er fortsatt kronisk sur (SFT 2007). Det er også et forsuringsområde vest for Vardeåsen lenger nord, der Holevatn og Asktjern blir kalket. Dette forsuringsområdet antas å strekke seg nordover til Sjølbuvatnet, der relativt mange innsjøer blir kalket.

Rakkestad har tre geografisk adskilte forsuringsområder. I nord er det registrert sure vatn og skader på fiskebestander i området rundt Sæterlia; Honningen, Butjern og Låstjern. Lenger øst ligger to litt større innsjøer der fiskebestandene trolig ikke er forsuringsskadde (Langevatnet og Krokvatnet). Videre østover er det også noen sure vatn, fra Haugsteinvatnet (st. Hosten) og sørover til store Steinvatnet. Her blir ni innsjøer kalket, og det settes også ut aure med godt resultat (Stein Runo Dalene pers. medd.). I innsjøer med gjedde blir det ikke satt ut fisk. Frønessjøen på grensa til Marker har blitt kalket siden midten av 1980-tallet, og har nå en god vannkvalitet (Leif Karlsen pers. medd.). I sørøst er det et forsuringsområde som strekker seg

fra Sæteråsen (Kløsa) og sørover til nedre Sandvatnet og Bjørvatnet. Abbor, mort og aure er de vanligste fiskeartene i området, med gjedde i noen lokaliteter (Jon Trygve Hagen pers. medd.). Her var auren utsatt for en kraftig bestandsreduksjon pga forsuring. Kalkingen har gitt gode resultater for alle berørte fiskebestander. Det er også et lite forsuringsområde rundt Grimsrudfjellet i sørvest, der Holtetjern og Nattjern kalkes. Alle kalkede innsjøer har nå middels tette bestander.

Marker Helt i sørvest er det et forsuringsområde med en del kalkede innsjøer (f eks Kroktjern, Svarttjern, Sætertjern og Hageholttjern). Fiskebestandene i noen lokaliteter ved Sakseåsen og Stueåsen er trolig også forsuringsskadde, men de aktuelle innsjøene er små. Lengre nord er det et sammenhengende forsuringsområde fra Grimsfjellet og helt nordover til tjerna sør for Sagåsen, med en betydelig kalkingsaktivitet. I Frønessjøen er kalkingen trappet ned. Abbor og aure er de vanligste fiskeartene i området. Tidligere var det få gode aurebestander med naturlig rekruttering, men kalkingen har gitt positive resultatater (Jens K. Nygård pers. medd.). Det er mort i Store Kutjern, som ligger under marin grense. Nord og øst for Rødenessjøen er det et sammenhengende forsuringsområde mot Sverige; fra grensa til Aurskog-Høland (Akershus) og Rømskog i nord til Svartevatnet og Langvatnet sør for Buknatten. I nord blir noen mindre innsjøer kalket (S. Røytjern, Auretjern og Fluetjern). I dette området blir ikke fiskebestandene i Store Risen og Damvatnet vurdert som forsuringsskadde (Thore O. Haugerud pers. medd.). Lengre øst og sør blir Langvatnet (grensevatn til Rømskog), Åkevatnet og Ulvevatnet kalket av svenske myndigheter. Mange fiskebestander i området var sterkt berørt av forsuring, med reproduksjonssvikt hos abbor i flere innsjøer (f eks Åkevatnet). Det settes ut aure i en del kalkede innsjøer, som i Svartevatnet og nedre Damtjern (Finn Westgard pers. medd.). Disse lokalitetene har også abbor.

Eidsberg Det er et sammenhengende forsuringsområde i sørøstlige deler, som i hovedsak ligger over marin grense. Innsjøene i dette området omfatter hovedtygden av fiskeressursene i kommunen. Forsuringsrelaterte fiskeskader gjenspeiler seg ved en betydelig kalkingsvirksomhet, som omfatter nærmere 50 lokaliteter. Fiskebestandene i Lundebytjern og Skinnerudtjern har bra vannkvalitet pga beliggenheten under marin grense. Disse to innsjøene har abbor, gjedde, mort, brasme og laue (Gunnar Lund pers. medd.).

Trøgstad Det er to små forsuringsområder med skader på fiskebestander i Trøgstad, med 15 kalkede lokaliteter. I øst omfatter dette noen tjern øst for Hamnåsåsen. I nord er det et litt større forsuringsområde langs grensa mot Aurskog-Høland, fra nord for Linnerudåsen til Stiklaåsen.

Rømskog Det fins innsjøer med forsuringsskadde fiskebestander både øst og vest for Rømsjøen. I vest strekker et område seg trolig til Vortungen med nærliggende innsjøer i nord og vest. Fiskebestandene i innsjøer videre nordover er trolig ikke lenger berørt av forsuring, som f eks de rundt Lysheia. I alle fall er det rapportert om en bra aurebestand i Store Hellingstjern (Einar Dalheim pers. medd.). Det er uansett bare et fåtall mindre tjern i nordvestlige deler av Rømskog, slik at eventuelle fiskeskader er små. I sør strekker forsuringsområdet seg helt til svenskegrensa. Svenske myndigheter kalker både Vestre og Østre Rømungen, i tillegg til Vortungen og Langvatnet (grensevatn til Marker kommune). I dette området kalkes blant annet Ertevatnet, Slavatnet og Damtjern. Ertevatnet hadde tidligere røye, men bestanden døde ut allerede før krigen (Einar Dalheim pers. medd.). Innsjøen hadde også en fin aurebestand, som var nær ved å forsvinne før kalking ble igangsatt. Ertevatnet har nå fin aure, som blant annet gyter på utløpet. I Slavatnet og Damtjern ble aurebestandene redusert under den verste forsuringsperioden, men de har tatt seg opp etter kalking. I Damtjern har auren spesielt gode rekrutteringsforhold. Det har ikke vært satt ut aure i noen av disse innsjøene, som også har abbor og ørekyt. Forsuringsområdet øst for Rømsjøen strekker seg fra grensa mot Aurskog-Høland og sørover til Gryttjern og Ertevatnet. Fiskebestandene i Nordre og Søndre Sandtjern blir ikke vurdert som forsuringsskadde (Kolbjørn Moen pers. medd.). Disse innjøene har gjedde og abbor. I Vesle Gåsa, Store Gåsa og Langtjern lenger sør er det heller ikke forsuringsproblemer. Alle disse lokalitetene har nå blant annet tette bestander av ørekyt. Tidligere foregikk det ut-

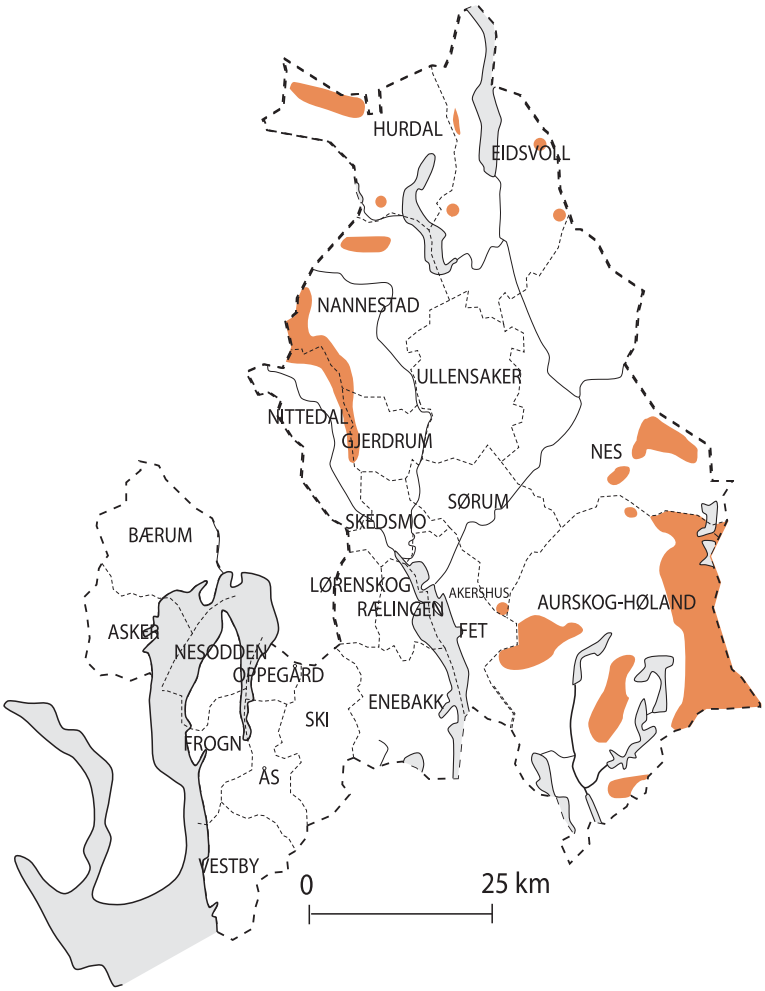
setting av aure i disse innsjøene. Lenger vest ligger Gjeddetjern, med gjedde og abbor. Det er mangelfull kunnskap om fiskebestandene i lokaliteter lenger sør, men dette dreier seg uansett bare om et fåtall mindre tjern. Svenske myndigheter kalker for øvrig også Rømsjøen, for å bedre vannkvaliteten på sin side. Fiskebestandene i Rømsjøen har trolig aldri vært forsuringsskadde. Innsjøen har et rikt fiskesamfunn med totalt 11 arter; aure, sik, lagesild (vemme), lake, ål, niøye, abbor, hork (snørgjørs), gjedde, mort og laue.

Sarpsborg Nordvestlige deler av kommunen har et mindre forsuringsområde, hvor f eks Isebakktjern er lokalisert. Dette er en referanseinnsjø i Statlig program for forurensningsovervåking (SFT 2005). Målinger høsten 2004 viste at vatnet fortsatt er kronisk surt, med pH 4,90 og 129 µg/L i labilt Al. I samme område kalkes Tjernetjern og Svarttjern (S. Svartvatnet). Tjernetjern har aure, abbor og mort, og her blir det satt ut aure hvert år (Jan Gunnar Olstad pers. medd.). I øst er det et forsuringsområde sør for Trindborgåsen, der Oppsjø, Galtetjern og norde Mortetjern blir kalket. Alle disse lokalitetene har aure, i tillegg til at Oppsjø har abbor (Kai Egil Jensen pers. medd.). Syverstadvatnet øst for Skjeberg ble kalket fram til 2002, der det er abbor, mort, ål og muligens en rest av aure (Hallvard Slang pers. medd.). Mort skal nå være i ferd med å bli dominerende art, noe som viser at lokalitetene har en god vannkvalitet uten kalking.

Andre kommuner Andre kommuner i Øsfold har små fiskeskader pga forsuring. De er derfor ikke avmerket på kartet over regionale forsuringsskader. I Fredrikstad blir Bjørndalsdammene og Trondalsbassenget kalket, mens det i Skiptvet og Spydeberg gjelder henholdsvis Bergsjøtjern og Stutfosstjern. I Bergsjøtjern er aurebestanden reetablert, og den gyter nå i utløpsbekken. Stutfosstjern har ørekyt, og det har i lengre tid vært satt ut aure (Leif Karlsen pers. medd.).

3.3.2 Oslo & Akershus

Akershus har fortsatt betydelige fiskeskader pga forsuring, med et skadeareal på 584 km^2. Det har imidlertid vært en reduksjon i berørt areal på 45,4 % siden rundt 1990. Fiskeskadene er fortsatt størst på Romeriksåsene i Nannestad og i Aurskog-Høland. I Oslo er det små fiskeskader pga forsuring.



***Figur 5**. Områder med forsuringsskadde fiskebestander i Akershus pr. 2006. Områder under 15 km^2 er angitt som ett punkt.*

På 1970-tallet ble det registrert lav pH (4,7-5,5) i enkelte småtjern i Oslomarka, og i noen lokaliteter hadde abborbestandene gått sterkt tilbake eller forsvunnet helt (Sevaldrud & Muniz 1980). I Akershus var det derimot liten kunnskap om vannkvalitet og fiskestatus på samme tid. Det ble rapportert om forsuringsproblemer i to områder i østlige deler, på fylkesgrensa til Hedmark og Østfold (Sevaldrud & Muniz 1980). Det nordligste og minste området låg på åsen mellom Eidsvoll og Storsjøen i Nord-Odal. Det andre området omfattet høyereliggende skogspartier langs fylkesgrensa mot Hedmark; fra flatbygdene ved Årnes lengst nord og sørover mot grensa til Østfold. Det ble også antydet et mulig forsuringsområde i Østmarka vest for Øyeren, mot Oslo. Det viste seg seinere at skadeomfanget på 1970-tallet var betydelig undervurdert, blant annet var ikke Romeriksåsene inkludert.

I 1987 tok Akershus Jeger – og Fiskerforbund (AJFF) initiativet til ”Aksjon 88”, et prosjekt som skulle gi en total oversikt over vannkjemi og endringer i fiskebestander som følge av forsuring. ”Aksjon 88” utviklet seg etterhvert til et samarbeidsprosjekt mellom AJFF og Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Oslo og Akershus. Det ble utarbeidet statusrapporter for hver kommune (Pedersen m.fl. 1990a-h), og samlet for fylket (Hesthagen m.fl.1994).

Bortsett fra Asker og Bærum, Minnåsen og noen mindre mellomliggende felter, har det aller meste av Akershus forsuringsfølsomme bergarter. Rundt halvparten av fylkets areal ligger over marin grense, der forsuringsområdene i hovedsak er lokalisert (Bjørn Otto Dønnum og Helge Pedersen pers. medd.). Dette omfatter mange små høyereliggende lokaliteter på skog- og åspartiene. I tillegg er det også forsuringsproblemer i noen få større innsjøer under marin grense. Innsjøer over marin grense har stort sett bestander av aure og abbor. Mange av disse lokalitetene er kalket. Akershus har svært få innsjøer med bare aure. I noen få innsjøer som tidligere også hadde abbor, er det bare satt ut aure etter kalking. Ørekyt har en vid utbredelse i fylket. En del tjern, særlig øst og sør i fylket, har abbor og gjedde, og dels også mort. Enkelte forsurede sjøer har eller har hatt andre fiskearter, som røye, lagesild og hork. De større og mest fiskerike innsjøene ligger under marin grense, og har ikke forsuringsproblemer. I Oslo og Akershus blir for tiden 263 innsjøer og 36 bekker kalket. I de seinere år har til sammen 117 bekker fått tilført grovkalk, hovedsakelig korallgrus (Pedersen m.fl. 1995). Grensekalkingene mot Sverige kommer i tillegg. Fordi vannkvaliteten i seinere år har blitt bedre, er kalkmengden i Akershus redusert med rundt 30 %. En del bekker kalkes mer sjeldent, og i noen få innsjøer er kalkingen stoppet helt. Men vannprøver fra ukalkede bekker viser at mange områder fremdeles har et betydelig forsuringsproblem. Det er derfor behov for omfattende kalking i Akershus også i åra framover (Bjørn Otto Dønnum og Helge Pedersen pers. medd.).

Akershus har altså mange fiskebestander som fortsatt er påvirket av forsuring, men problemene har avtatt i seinere år. Skadearealene pr. 1990 og 2006 er henholdsvis 1.069 og 584 km^2, dvs en reduksjon på 45,4 % (**tabell 2 & 4, figur 5**). Fiskebestandene på Romeriksåsene (Nannestad) og i Aurskog-Høland er mest påvirket av forsuring. Disse kommunene har også en betydelig kalkingsvirksomhet. Oslo har pr. 2006 bare små fiskeskader pga forsuring.

Tabell 4. *Kommunevis fordeling av areal med forsuringsskadde fiskebestander i Akershus pr. 2006.*

Kommune-nr	**Kommune**	**Areal** (km^2)
	Oslo	17
239	Hurdal	42
237	Eidsvoll	20
238	Nannestad	95
233	Nittedal	21
234	Gjerdrum	15
231	Skedsmo	1
226	Sørum	8
228	Rælingen	15
236	Nes	70
227	Fet	5
229	Enebakk	1
221	Aurskog-Høland	274
Totalt		584

Oslo Vinteren 1980 ble det tatt vannprøver fra 167 innsjøer i Oslomarka (Henriksen & Andersen 1982). Ni lokaliteter hadde pH < 5,0, som alle var små og låg spredt over hele Oslomarka. Alle disse innsjøene låg øverst i sine nedbørfelt. I nordvestlige områder blir det nå kalket i Hakklokroktjern, nordre og søndre Sandungskroktjern vest for Hakkloa og Smalvatn øst for Hakkloa. Videre sørover kalkes det i Øyvatnet og Kopperhaugtjern og i Store Otertjern. Helt i

øst blir Øvre Øyvann og Holmetjern kalket (grensevatn med Nannestad). Både Smalvann og Øvre Øyvann synes å ha mye av døgnfluearten *Ephemera vulgata* (Dag Øivind Ingierd pers. medd.). Dette tyder på en bedret vannkvalitet. Det er også påvist enkeltindivid av denne arten i flere innsjøer i området. I sørøst blir det kalket i fire innsjøer: Søndre og Lille Trollvann, Tømmelholttjern og Nordre Tretjern. På østsida av Lutvannet litt lenger nord blir disse innsjøene kalket; Nordre & Søndre Puttjern, Lauvtjern, Kroktjern, Mariholtputten og Hauktjern. Kalkede innsjøene med fiskeskader i Oslomarka er svært små, og skadearealet utgjør bare 17 km^2.

Hurdal har tre forsuringsområder, hvorav to ligger i nordvestlige deler og er nesten sammenhengende. Det ene strekker seg fra helt i vest nær grensa til Gran kommune i Oppland og over til Rundtjern (sør for Nordlikampen) og Flåtjern i øst. Her blir 18 lokaliteter kalket, med Fjellsjøen som den største innsjøen. Aurebestandene i alle de kalkede innsjøene var skadet før kalking, med tynne bestander. Disse lokalitetene har nå middels tette aurebestander. Store Svartungen er ikke forsuret fordi det ligger på en gunstig berggrunn, og den har en middels tett aurebestand. Her fins også røye. Litt lenger sør er det et mindre forsuringsområde mellom Øyangen og Hurdalsjøen, der fire innsjøer kalkes. Øyangen ble tidligere innsjøkalket (1988-94). Innsjøen er nå bare påvirket av tidligere bekkekalkinger og oppstrøms kalking av Hekkentjern og Lomtjern (Ole Kristian Egge, pers. medd.). Øyangen har en relativt tett abborbestand og en god bestand av aure, med fin kvalitet og størrelse (Jon Rølsåsen pers. medd.). Røyebestanden har avtatt i seinere år, og bestanden av ørekyt er også liten. Skrukkelisjøen sør for Fjellsjøen er ikke forsuret og har tette bestander av abbor og aure (Jon Rølsåsen pers. medd.). Det tredje forsuringsområdet ligger rundt Tremannshøga på grensa til Eidsvoll i øst, der seks innsjøer er kalket (Krafttjern, Byfella, Svartputt, Kinna, Rakkertjern og Lomtjern). Det er aure i alle disse innsjøene, delvis basert på utsettinger. Men utsettingene er redusert etter hvert som gytebekkene har begynt å fungere etter kalking. Innløpsbekkene til Krafttjern er ikke kalket, og her er auren enda ikke etablert. I bekkene mellom de fire nevnte innsjøene har auren imidlertid blitt reetablert. Mens auren i Rakketjern gyter i utløpsbekken, opprettholdes bestanden i Lomtjern vha utsettinger. Aurebestandene er generelt gode, mens abborbestandene er mindre undersøkt. Ørekytbestandene er lave i innsjøene, og det er nå også liten forekomst i bekkene. Dette skyldes sannsynligvis at auren igjen bruker bekkene som gyte- og oppvekstområder (Bjørn Otto Dønnum pers. medd.).

Eidsvoll I nordøst er det et forsuringsområde som strekker seg fra Agavatnet vest for Nordhøgda og sørover til Store Byua. Litt lengre sør er det et mindre område rundt Krafttjern og Byfella (begge er grensevatn til Hurdal) som er påvirket. Det samme gjelder Rakkertjern og småvatna oppstrøms denne lokaliteten. Øst for Vorma er det forsuringsproblem i de fleste innsjøer og bekker. Holsjøvassdraget kalkes og aure er reetablert på bekkestrekninger mellom innsjøene. Utsjøen på grensa til Nes er kalket. Her er aure reetablert i kalkede innløpsbekker. Fløytavassdraget øst for Minnesund blir også kalket. Her har også auren blitt reetablert i kalkede bekker, mens det fortsatt ikke fins aure i de som ikke kalkes. Totalt blir 16 innsjøer i Fløytavassdraget kalket. Flere kalkede innsjøer i Eidsvoll har aure og abbor eller aure, abbor og gjedde. Lokaliteter med slike flerartssamfunn har svake aurebestander (Terje Sørensen pers. medd.).

Nannestad Hele området nord for Leira og vest for Hurdalssjøen (Nordåsen) er forsuret (Helge Pedersen pers. medd.). Leira, Fløyta (og Stråtjern) som drenerer fra Oppland har derimot god vannkvalitet. Men tilnærmet hele åspartiet sør for Leira vest i kommunen (Romeriksåsene) er et sammenhengende forsuringsområde. Det er bare splittet av noen små ikke-forsurede tjern øverst i Gjermåavassdraget. Innen dette området er flesteparten av innsjøene kalket, totalt over 70 stk. I tillegg er en del bekker også kalket. I de aller fleste kalkede og kalkingspåvirkede innsjøene er auren nå reetablert, hovedsaklig pga utsettinger. I noen få innsjøer er den naturlige rekrutteringen i kalkede bekker blitt såpass god at utsettingene er avsluttet. Det blir fremdeles satt ut aure i innsjøer med tynne bestander. I Hornsjøen er det for øvrig påvist småmuslinger i auremager etter kalking. Hovedtyngden av alle kalkede innsjøer har middels tette aurebestander (Arne J. Engelstad pers. medd.).

Nittedal Det største forsuringsområdet ligger i nordøstlige deler av kommunen. Det gjelder innsjøer på strekningen fra grensa til Nannestad og Lunner (Oppland), bortsett fra området rundt Bergstjern. Her er det en betydelig kalkingsaktivitet, som omfatter nærmere 20 innsjøer og enkelte bekker. Dette området strekker seg ned til O-vatna og Ryggevatna på grensa til Skedsmo og Gjerdrum. Auren gyter igjen i kalkede og kalkingspåvirkede bekker. Den har blitt reetablert vha utsettinger i kalkede innsjøer, i tillegg foregår det utsettinger i innsjøer med tynne bestander. I Lillomarka i sør har det også vært forsuringsproblemer, og noen vatn er kalket (Lomtjern, Lusevasan og Breiktjern). Dette området strekker seg nordover til Elneshøgda.

Gjerdrum Forsuringsområdet på Romeriksåsene fortsetter inn i Gjerdrum, og omfatter de aller fleste innsjøer som ligger i skogsområdene vest i kommunen. De fleste sure innsjøer med tapte aurebestander er kalket, og auren har blitt reetablert. Men stedvis er de fleste aurebestander fremdeles tynne, og de opprettholdes gjennom utsettinger. I alt kalkes 16 innsjøer og noen bekker. Flere steder i Gjerdrum har auren igjen begynt å bruke bekker som gyte- og oppvekstområder. Men reproduksjonsområdene i de fleste av disse bekkene er små, og det er derfor fremdeles nødvendig med støtteutsettinger.

Skedsmo Øvre og Nedre Ringnestjern øst for Tærudkampen i nordvestlige deler av kommunen blir kalket. Men dette er to små tjern og skadeområdet er ubetydelig.

Sørum Det er et lite forsuringsområde helt i sør der Østre Jarsjøen, Nedre Helltjern og Øvre Helltjern kalkes. Bæreggtjern vest for Glåma ved Sørumsand blir også kalket.

Rælingen Høydedraget vest for Grini har en del sure innsjøer. Her blir fem innsjøer kalket (Fiskeløysa, Langvatn, Merratjern, Mørkåstjern, Ramstadsjøen og Trestilen). I tillegg kalkes Biritjern, Østre- og Vestre Huketjern.

Enebakk Rottjern i nordvestlige deler av Enebakk blir kalket. Lokaliteten har ingen stedegen aurebestand pga manglende gytebekker. Vikstjernbekken er forsuret, og her har den naturlige rekrutteringen hos aure opphørt (Stig Hovland pers. medd.). Bekken er blitt kalket, uten at det enda er observert yngel. Det er små fiskeskader pga forsuring i dette området. Forfoten og Raudsjøen lenger nord har middels tette bestander av abbor og aure (OFA-lokaliteter). Det foretas jevnlige utsettinger av aure i begge innsjøene.

Ski Det er noen forsurede vatn øst i kommunen og tre mindre lokaliteter kalkes; Abbortjern, Griseputt og Paddetjern. Det er flere forsurede vatn i området, som har bestander av abbor, gjedde og mort. Det er imidlertid mindre interesse for kalking av innsjøer med slike fiskearter, enn for de som har bare aure.

Lørenskog Forsuringsproblemet er små, med kalking av bare ett vatn (Endtjern).

Fet Det fins noen moderat forsurede områder over marin grense mot Sørum i nordøst, samt sør i kommunen. Fire vatn vest for Nesset blir kalket; Orlokstjern, Langtjern, Bølertjern og Åbortjern. I tillegg er noen små tjern i området også forsuret. De fleste innsjøer har abbor og gjedde, dels også mort og ørekyt. Enkelte vatn har eller har hatt ferskvannskreps.

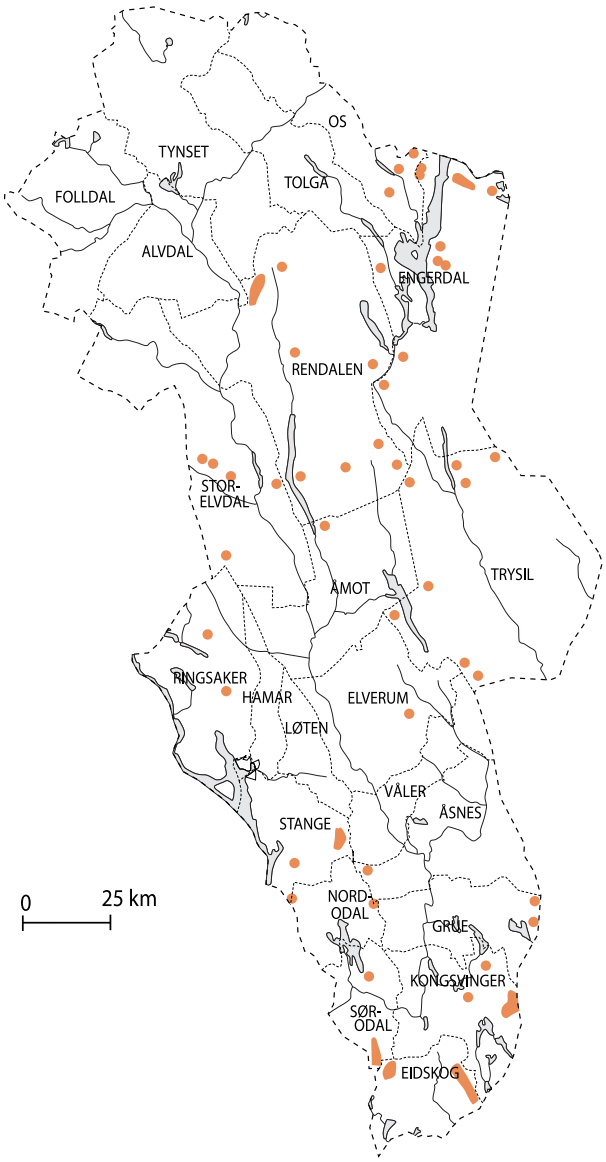
Nes I østlige deler er det et forsuringsområde fra Langvatnet og Sagstusjøen og sørøstover mot Nevertjern og Romsjøen. Forsuringsområdet fortsetter vest for Flolangen, der flere innsjøer kalkes, deriblant Tresjøane og Finnholtsjøen. Steinsjøen i nordvestlige deler av Nes blir også kalket. Totalt kalkes over 20 innsjøer og en del bekker i kommunen. Auren i de kalkede innsjøene har oppnådd god status sjøl med forekomst av abbor og gjedde (Odd Lium pers. medd.). I disse lokalitetene har det imidlertid vært satt ut aure flere ganger. Det foreligger informasjon om to innsjøer som ikke er kalket; Veslesjøen og Tjernslitjern. Begge disse lokalitetene har svært tynne aurebestander (sporadiske forekomst), samt middels/tette abborbestander.

Aurskog-Høland Nærmest hele kommunen har forsuringsfølsomme bergarter. Men rundt halvparten av arealet ligger under marin grense, og det hindrer forsuringsproblemer. Kommunen har mange innsjøer med naturlige bestander av abbor, gjedde og mort, mens aure fins i hver femte innsjø (Håkon Ørjasæter pers.medd.). Kommunen har en betydelig kalkingsaktivitet, som omfatter rundt 50 innsjøer og en del bekker. I tillegg inngår noen innsjøer i det norsk-svenske grensekalkingsprosjektet. De fleste kalkede lokaliteter ligger spredt i østre del av kommunen, som trolig må regnes som et sammenhengende forsuringsområde (Håkon Ørjasæter pers. medd.). I nordvestlige deler har noen innsjøer nordøst for Floen forsuringsproblemer. Alle disse lokalitetene blir kalket. Derimot er trolig ikke fiskebestandene øst og sør for Floen særlig forsuringsskadde. Steintjern ved Strømsæter har en reduserte gjeddebestand. Vest for Mangen strekker forsuringsområdet seg til Oppsjøen og Butjerna, og videre sørover til Store Garsjøen og Aurset. Deler av Mangenvassdraget omfattes av det norsk-svenske kalkingsprosjektet (Himtjenn, Sootsjøen, Mangensjøen og Langsjølungen). I Blekketjenn og Himtjenn gikk morten tapt på 1970-tallet. Morttjenn ved Hemmingby har derimot god vannkvalitet, og det samme gjelder innsjøene vest for Aurset. I øst er grensevatna til Eidskog i Hedmark inkludert i et norsk-svenske kalkingsprosjektet; Langsjølungen, Kroksjølungen og Mortsjølungen. Videre sørover strekker forsuringsområdet seg i vest til Skaratjenn, Damtjenn, Auretjenn og videre sørover til Rømskog (Østfold). Dette området har flere skadde og tapte fiskebestander, med en omfattende kalkingsaktivitet. I Lembruvanna og flere andre innsjøer er trolig de stedegne aurebestandene tapt. Flere bestander av mort har også blitt utryddet, som i Mortegroptjenn og Morttjenn ved Åserud. I Store Lyseren helt i sør forsvant røya relativt tidlig, trolig på 1960-tallet.

Det er også et forsuringsområde vest for Setten, som strekker seg sørover til vestlige deler av Mjermen. Dette området har flere kalkede innsjøer. I nord er både Dyntjenn og Store Tasketjenn kalket. I Store Auretjenn gikk morten tapt på slutten av 1980-tallet, og lokaliteten har heller ikke lenger noen stedegen aurebestand. I Lystjenn lenger nord er det meldt om reproduksjonssvikt hos abbor. I Holvannet har morten gått tapt. I området vest for Mjerven blir Store Skjertjennet, Langtjennet og Damtjenn kalket. Både Store Skjertjennet, Langtjennet, Åstjennet og tjernet sør for Kinnarlundfjella hadde tidligere reduserte abborbestander. Det samme gjelder for Damtjenn, som før kalking også hadde en redusert gjeddebestand. Innsjøer sør for Mjerven er også forsuret, og her blir Røyrtjenn, Trysjøen og Lyseren kalket. For noen mindre lokaliteter øst for Mjermen er fiskestatus ukjent. Vest for Bjørkelangen er det et forsuringsområde som strekker seg helt til grensa mot Fet. Her blir flere innsjøer kalket, fra Posttjenn og Tævsjøen i øst til Langtjern i vest. Noen av de større innsjøene blir også kalket; Tunnsjøen, Langfoss-sjøen og Langvatnet. I Langfoss-sjøen har morten gått tapt.

3.3.3 Hedmark

Hedmark har hatt en betydelig reduksjon i areal med fiskeskader pga forsuring i seinere år, fra 1.529 km^2 rundt 1990 til 413 km^2 pr. 2006. De største skadeområdene er lokalisert i Eidskog sør og Engerdal og Rendalen i nordlige deler av fylket.



***Figur 6**. Områder med forsuringsskadde fiskebestander i Hedmark pr. 2006. Områder under 15 km^2 er angitt som ett punkt.*

På 1970-tallet ble det registrert flere forsuringsområder med betydelige fiskeskader i Hedmark (Sevaldrud & Muniz 1980). Disse områdene var vesentlig lokalisert i nordøstlige og sørlige deler, og utgjorde rundt 6 % av fylkets totalareal. I nordøstlige deler var forsuringsproblemene vesentlig begrenset til de høyereliggende sparagmittområdene i Rendalen og Engerdalen. Det sydligste området låg langs fylkesgrensa til Akershus, fra riksgrensa og nordover til Glåmadalføret, og omfattet deler av Sør-Odal, Eidskog og Kongsvinger kommuner. Forsuringsproblemene i Hedmark fortsatte i de neste åra (Hesthagen m.fl. 1994). Beregninger som ble gjort forbindelse med kalkingsplanen på 1990-tallet, ble det forsuringsfølsomme arealet beregnet til å utgjøre 23 % av totalarealet på 6.372 km^2 (Qvenild 1996). Dette området hadde 931 lokaliteter over 0,5 hektar, som utgjorde 42 % av alle fylkets innsjøer. Størrelsen på dette arealet stemte

godt med NIVA's tålegrensekart. Til sammenlikning var størrelsen på området med fiskeskader pr. 1990 noe overestimert (jfr. Hesthagen m.fl. 1994).

Hedmark har hatt en betydelig reduksjon i areal med forsuringsskadde fiskebestander i seinere år. Disse områdene utgjør nå 413 km^2, sammenliknet med 1.529 km^2 rundt 1990. Eidskog i sør og Engerdal og Rendalen i nordlige deler av fylket har de største skadeområdene (**tabell 2 & 5**, **figur 6**).

***Tabell 5**. Kommunevis fordeling av areal med forsuringsskadde fiskebestander i Hedmark pr. 2006.*

Kommune-nr	**Kommune**	**Areal** (km^2)
441	Os	24
436	Tolga	0
434	Engerdal	58
432	Rendalen	69
439	Folldal	2
430	Stor-Elvdal	21
428	Trysil	16
429	Åmot	1
427	Elverum	2
420	Eidskog	68
417	Stange	28
415	Løten	11
412	Ringsaker	22
425	Åsnes	11
419	Sør-Odal	27
402	Kongsvinger	34
418	Nord-Odal	9
423	Grue	10
Alle	Totalt	413

Os Forsuringsområdet øst og nord for nordre Buhøgda i Engerdal fortsetter inn i Os kommune, men her inngår bare en lokalitet (Raudtjern). Lenger sør er det et par mindre tjern nord for Falkfangarhøgda som har fiskeskader. Her er Rundtjørna kalket, som er grensevatn til Engerdal. Det er også et forsuringsområde nord for Siksjøen, der flere innsjøer ble kalket på slutten av 1990-tallet. Det foregår fortsatt kalking av noen små tjern lenger sør, men området har en ubetydelig størrelse. Sør for Siksjøen er det et litt større forsuringsområde som strekker seg fra nordre Langtjørna til Sætertjørna vest for Sæterberget. Det er også et forsuringsområde rundt Flensjøen, som i hovedsak ligger i Rørøs kommune, Sør-Trøndelag.

Tolga Det ble foretatt kalking av Løvbekktjønna og Telsjøen i 1995. Her har fiskebestandene altså vært opprettholdt uten kalking i over 10 år, og de synes å ha holdt seg på et stabilt bra nivå. Disse fiskebestandene blir derfor ikke lenger vurdert som forsuringsskadde.

Engerdal har flere forsuringsområder med fiskeskader. Det er fisken i mindre og høyereliggende lokaliteteter som har vært eller fortsatt er rammet av forsuring. Fisken i større og laverereliggende innsjøer har klart seg bedre mot forsuringen (Eivind Sundet pers. medd.). Det største forsuringsområdet ligger helt i nord, på grensa til Røros i nord og mot Sverige i øst (strekker seg også inn på svensk side). De største innsjøene i området er Rogen (grensevatn), Store Vonsjøen, Lille Von-sjøen, Storfisktjønnan, Øvre Roasten og Nedre Roasten. Det er ikke påvist klare bestandsendringer hos fisk pga forsuring i disse sjøene. Alle sjøer har aure, røye, harr, abbor, lake og gjedde, med unntak av Lille Vonsjøen (ikke lake, abbor og gjedde). Ved forekomst av arter som abbor, lake og gjedde, kan det være vanskelig å registrere bestandsendringer hos arter som aure, røye og harr. Dette skyldes at disse laksefiskene oftest har relativt tynne bestander i slike fiskesamfunn. Et annet moment som kan ha innvirkning på vurderingen

av fiskestatus i Øvre og Nedre Roasten er at Korstjønna blir kalket årlig. Denne lokaliteten drenerer til Grøtåa og videre nedi Roastjønnene. Det samme gjelder Skogtjønna, der utløpsbekken renner ut i Øvre Roasten. Men samlet kalkmengde for disse to innsjøene er beskjedent, med 7-8 tonn pr. år. Avrenningen i forhold til den store årlige vannføringen gjennom Roastsjøene fra Grøtåa og Røavassdraget blir derfor ubetydelig. Det er derfor neppe mulig å registrere effekten av kalkingen i Roastsjøene. I 1980 åra avtok aurebestanden i Abbortjønna nordøst for Korstjønna fra middels tett til tynn. Vannprøver tydet på en viss forsuring, som trolig hadde forårsaket en nedgang i rekrutteringen hos aure (Eivind Sundet pers. medd.). I tjerna på Røvolfjellet sørvest for Roastsjøene var aure- og røyebestandene svært fåtallige på 1980-tallet. Vannprøver viste at disse lokalitetene var for sure til at en kunne forvente naturlig rekruttering hos begge artene. Kalkingen her startet i 1986, og påfølgende utsettinger har gitt gode fiskebestander. Årlig kalkmengde i seinere år er justert, men vannkvaliteten synes fortsatt å være god. Det er ikke påvist sikre fiskeskader i tjerna i Grøtåvassdraget omkring Grøtådalssetra, som i Sætertjønna, Rundhåtjønna og Halvkoietjønna. Lengre øst mot svenskegrensa er det et forsuringsområde som omfatter 5-6 større tjern, med fellesbetegnelsen Kratlan. Disse lokalitetene drenerer til Store Vonsjøen og videre til et svensk vassdrag. Det totale forsuringsområdet i nordøstlige deler av Engerdal er beregnet til 23 km². Øst og nordøst for nordre Buhøgda vest for Femunden ligger flere små tjern der fisken er forsuringsskadet. Disse innsjøene ligger i et skrint geologisk område rundt 900-950 moh. Midt på 1980-tallet hadde røyebestandene i området forsvunnet, og auren var også enten sterkt skadet eller helt utryddet. I tilløpsbekkene var det trolig kun igjen noen større individ (> 20 cm), som påvist på utløpet av Tvillingtjørna (Eivind Sundet pers. medd.). Det ble satt igang kalking i 1986, og utsettinger av aure og røye året etter. Seinere har det vært satt ut fisk flere ganger i disse innsjøene, og de har nå middels tette bestander av aure og røye. Langtjørna litt lenger sør har trolig aldri hatt fisk (Eivind Sundet pers. medd.). Revlingvassdraget har et forsuringsområde som strekker seg øst til Stortjørn og vestover til den nederste av Revlingsjøane. Både disse lokalitetene og flere mindre tjern lenger øst blir kalket. Litt lenger sør er det også noen spredte lokaliteter med fiskeskader, som tjern nord for Volsjøen. Mellom Nyrøstvola og Tovberga er det også et forsuringsområde, der blant annet fiskebestandene i Nyrøstvoltjønna (Kjerrtjønna) og Storbekktjønna er påvirket. På 1970-tallet og første del av 1980-tallet hadde auren i tiiløpsbekken til Storbekktjønna sviktende rekruttering. Restbestanden besto bare av noen få større individ. I Flåtesjøen og Flåtesjøbekken har derimot den naturlige rekrutteringen alltid vært god. Nordresjøen er så langt en kjenner ikke vært spesielt forsuret (Eivind Sundet pers. medd.). Fra slutten av 1980-tallet ble Nyrøstvoltjønna (Kjerrtjønna) kalket, og ny fisk ble satt ut. Nyrøstvoltjønna drenerer til Storbekktjønna, og begge lokalitetene har i dag brukbar vannkvalitet og gode fiskebestander. De øvrige lokalitetene på Storbekkfjellet er svært grunne, og bunnfryser for det meste om vinteren (unntatt Flåtesjøen). Det er også noen lokaliteter sør og nord for Sorkvola som har hatt fiskeskader, og som kalkes (Stortjørna og Åstjørna). Disse innsjøene danner ikke noe sammenhengdende område, og skadearealet er derfor lite. I et område sør for Tørråsen vest for Sømåa på grensa til Rendalen ligger noen mindre tjern der fiskebestandene er skadet. Området omfatter ikke Holmtjørn i nord og Ormutusjøen i sørøst. Fisken i Nordre og søre Holtjørna sør for Galtsjøen er vurdert som forsuringsskadde, og disse lokalitetene blir kalket. Det er ingen andre innsjøer i dette området. Litt lengre sør blir Elveseterttjern, Østre Vikbutjørna og Vestre Vikbutjørna kalket, der fiskebestandene tidligere var skadet. Fisken i Søre Røåstjørna helt i sør ble også vurdert som forsuringsskadet, men her ble kalkingen avsluttet i 1998. Nordre Røåstjørna ligger også i dette området, men her har det aldri vært fisk. Hyllsjøen litt lenger nord har ikke noe forsuringsproblem. Derimot kan vannkvaliteten i Hundsjøen i perioder være marginal med pH < 6,0, men bestandene av aure og ørekyt synes ikke å være påvirket (Eivind Sundet pers. medd.).

Rendalen Fiskebestandene i Rendalen er ikke lenger særlig påvirket av forsuring, og skadene er begrenset til åtte mindre områder. På Fonnåsfjellet i nordvestlige deler av kommunen var Skardsjøen, Brenneggtjørna og Storbekktjørna sterkt forsuret med skader på fiskebestander før kalking. I Storbekktjørna ble det høsten 1988 målt en pH på under 5,0. Forsuringsområdet på Fonnåsfjellet strekker seg fra Skardsjøen i nord til Storbekktjørna i sør. Rundtjørna nordøst for Skardsjøen var ikke forsuringspåvirket, trolig pga betydelig innsig av grunnvatn. Ellers ble

søre Langtjørna kalket i en periode på 1990-tallet. Men både denne lokaliteten og nordre Langtjørna bunnfryser jevnlig, og de er derfor fisketomme (Erling Myhre pers. medd.). Opprinnelig hadde Skardsjøen både aure og røye, mens Brenneggtjørna og Storbekktjørna bare hadde aure. Den naturlige rekrutteringen i disse innsjøene hadde trolig opphørt før kalking. I alle fall ble det bare tatt større fisk i disse lokalitetene. En av de siste røyene som ble tatt i Skardsjøen veide rundt 4,0 kg. Etter kalking blir det satt ut røye og aure i Skardsjøen, samt aure i Brenneggtjørna og Storbekktjørna. Det er jevnlige utsettinger av aure i alle tre innsjøene, men det er nå naturlig rekruttering i alle disse lokalitetene. En kjenner ikke til om det fortsatt er innslag av gammel stedegen fisk. Et parti settefisk innholdt ved en feiltakelse også harr, som nå har etablert seg i alle disse innsjøene. Det blir hver høst fisket hardt med småmaskede garn for å desimere disse harrbestandene. Auren holder seg imidlertid på et bra nivå til tross for relativt tette harrbestander. Det er også noen mindre tjern mellom søre Langtjørna og Brenneggtjørna, men de bunnfryser og er derfor fisketomme. Øst for Finnstadåna er det et lite forsuringsområde sør og øst for Skarven, som omfatter fem små tjern. I et område rundt Steinfjellet øst for Rena er det noen mindre tjern som tidligere ble vurdert som forsuringpåvirkede. Her ble det satt i gang kalking i Nuptjørna og Steinfjelltjørna. Kalkingen er nå avsluttet, men disse lokalitetene er antagelig fortsatt nokså sure (Tore Qvenild pers. medd.). En kjenner ikke til status for de akttuelle fiskebestandene. Sør for Sølensjøen på Sølensjøberga-Ørsjøvorda ligger nordre og søndre Ørsjøen, som er kalket. Øst for Storsjøen er det et mindre forsuringsområde rundt Veksenvola, med Veksen som største innsjø. Videre østover, mellom Storhøgda og Raudfjellet, er det et forsuringsområde med tre litt større innsjøer som kalkes; Grøsjøen, Gransjøen og Villsjøen. Lengre østover nær grensa til Engerdal ligger noen vatn med reduserte fiskebestander. Det ble derfor satt igang kalking i nordre og søre Osdalssjøene, Osdalsjøtjørna og Storfisktjørna. Ryensjøen sør for det siste området ble fisktom på 1950-tallet pga forsuring. Kalkingen har gjort dette til et meget godt fiskevatn (Tore Qvenild pers. medd.). Det er ellers bare et fåtall mindre innsjøer i dette området.

Folldal Det er kun Elgevatnet sør for Liakollen i Atnavassdraget som vurderes til å være forsuret. Her forsvant røya rundt 1990, mens aurebestanden ble noe redusert (Jørund Elgevasslien pers. medd.). Kalking ble satt igang i privat regi på slutten av 1980-tallet, mens kalkingen ble overtatt av det offentlige i perioden 1995-97. Det har ikke vært noen nedgang i aurebestanden etter kalkingsstoppen, og årlig blir det tatt over 300 kg fisk (Hesthagen & Sandlund 2004). Røya i Elgevatn blir satt ut av Jørgen Lien i 1888, mens aure ble innført på 1930-tallet.

Stor-Elvdal Fiskebestandene i Trytjørna og Fåfengtjørna ved Gråvorda vest for Glåma er skadet av forsuring. Begge innsjøene hadde reduserte aurebestander før kalkingen på 1980-tallet. Det har stort sett vært satt ut fisk hvert år etter kalkingen, bortsett fra helt i det siste. Begge innsjøene har nå middels tette aurebestander (Bjørn Solvang pers.medd.). I Tittelsjøen litt lenger sør har forsuringen redusert bestandene av røye, aure og ørekyt (Per A. Westgaard pers.medd.). Etter kalkingen har det vært en kraftig bestandsøkning hos både røye og ørekyt. Aurebestanden er derimot fortsatt tynn, noe som kan skyldes konkurranse fra de andre fiskeartene. Forsuringen i området begrenser seg til dette vatnet og til de to førstnevnte tjerna. Både Nedgardssjøen sør for Tittelsjøen og småvatna i nordvest (øst for Famphøgdene) ligger på mer kalkrik berggrunn (Per A. Westgaard pers. medd.). Vest for Storåsen nær grensa til Rendalen er det et mindre forsuringsområde med åtte mindre tjern, hvorav seks lokaliteter blir kalket. Helt i sørvest er det et forsuringsområde som omfatter Skollsjøen, Helgesjøen, Møklebysjøen og Søkkundsjøene. Kalking ble igangsatt i Søkkund-sjøen, Helgesjøen, Møklebysjøen, men ble seinere avsluttet i de to siste lokalitetene pga manglende dokumentasjon av vannkvaliteten (Tore Qvenild pers. medd.).

Trysil I nordvest er det et forsuringsområde som kun omfattes av Fiskebekktjørna. Dette er et tjern som ble oppdemt på 1970-tallet (Dag A. Berget pers. medd.). Det ble satt i gang kalking først på 1990-tallet, og et prøvefiske i 2006 påviste en relativt tett aurebestand. Det har hittil vært satt ut fisk hvert år, fra Engerdal Fjellstyre sitt anlegg. Fiskebekktjørna har også ørekyt. I nordøst har noen små grunne myrpåvirkede tjern med lite nedbørsfelt hatt problemer med å opprettholde fiskebestander pga forsuring. Øst og sørøst for Engeren er det også noen slike

lokaliteter. Dette gjelder Trefjærdingstjørn og Fisktjørn ved Rømogammelsætra. Begge disse er kalket. I Træfjerdingstjørn gikk både auren og røya tapt før kalking. I denne lokaliteten reproduserer nå auren. Tidligere ble også Brennåstjørna kalket, men den er så grunn at fisken har hatt problemer med å overleve vinteren pga surstoffmangel (Dag A. Berget pers. medd.). Det er trolig ingen fiskebestander i andre innsjøer i området som lenger er skadet av forsuring. Både nordre og søre Metsjøen og Mjølsjøen har gode bestander av aure og ørekyt. Gløtsjøen har gode bestander av aure, røye og ørekyt. Denne innsjøen har også marflo. Grøttjørna lengre sør har trolig aldri hatt fisk. Helt i nordøst har derimot noen små tjern forsuringsproblemer. Det gjelder i første rekke Petterstjørna, der røyebestanden har gått tapt. På 1990-tallet ble det igangsatt kalking av Pettertjørna og nedre Presttjørna. Seinere har det vært årlige utsettinger av røye i begge innsjøene pga manglende naturlig rekruttering (Dag A. Berget pers. medd.). Det er usikkert om tapet av røyebestanden i Pettertjørna bare skyldes forsuring. Presttjørnan og Stornestjørna i samme området har trolig aldri hatt fisk. Det har heller trolig aldri vært fisk i Steintjørna og Skjeggmursjøen lenger sør.

Aursjøen og Baksjøen sør og sørøst for Tilsetfjellet var forsuret med skadde/tapte fiskebestander. Begge innsjøene blir nå kalket. I Aursjøen gikk aurebestanden tapt, mens røya hadde tydelige reproduksjonsproblem (Per-Arne Holt-Seeland pers. medd.). Abboren var også berørt, med en sterkt reduset bestand. I tillegg hadde vatnet bestander av lake og ørekyt, men deres status før kalking er ukjent. Aursjøen har nå en meget bra aurebestand som blir opprettholdt uten utsettinger. Røya har også en viss reproduksjon, men bestanden er fortsatt tynn. Abborbestanden er god, og den holdes nede vha et hardt fiske. Baksjøen har bestander av aure, lake, abbor og ørekyt. Her gikk den opprinnelige aurebestanden tapt pga forsuring. Ny bestand ble etablert ved utsettinger, men den er fortsatt tynn. Det er ikke kjent at forsuringen har forårsaket skader på andre fiskebestander i området. Verken nordre eller søre Ulvsjøen øst for Aursjøen er forsuringspåvirket, og de må nærmest vurderes som eutrofe (Per-Arne Holt-Seeland pers. medd.). Her er det bestander av aure, mort, lake, gjedde, abbor og ørekyt. Det er også marflo i disse sjøene. Ulvsjøen vest for Ossjøen nær grensa til Åmot og Elverum var også berørt av forsuring før kalking (Per-Arne Holt-Seeland pers. medd.). Her ble aurebestanden redusert, mens det var små eller ingen effekt på abboren. Innsjøen har også ørekyt. Auren gyter på utløpet av innsjøen, men bestanden er fortsatt relativt tynn. Det er ingen andre vatn i dette området. I sørvest blir Høljesjøen (grensevatn til Elverum) og Rysjøen kalket. Begge innsjøene drenerer til Hølja og renner inn i Sverige. Forsuringsarealet i dette området omfattes bare av disse to innsjøene. Forsuringen resulterte i svært reduserte bestander av aure og abbor i Rysjøen. Etter kalking i 1992 har bestandene utviklet seg meget positivt (Dønnum 2001). Tidlig på 1990-tallet ble det målt lave pH-verdier i Håsjøene sør for Ossjøen (Per-Arne Holt-Seeland pers. medd.). De to sørligste innsjøene er for øvrig grensevatn til Elverum. Munksjøen, Tørrbergsjøen, Fønsjøen og Kilbotntjern har alle vært kalka (Tore Qvenild pers. medd.). Kalkingen er nå avsluttet pga liten fiskeinteresse og tette abborbestander, som tåler den noe dårlige vannkvaliteten.

Åmot Burusjøen i nordøst var sterkt forsuret før kalkingsstart rundt 1992, med pH under 5,0. På det tidspunktet var aurebestanden redusert. Innsjøen har også ørekyt. Det er bare noen svært små tjern i dette området, slik at forsuringsskadet areal blir ubetydelig. Tidligere var det et forsuringsområde øst for Løpsjøen, som omfattet Svarttjern og Krismesjøen. Disse to innsjøene ble kalket i 1996/97, men fiskebestandene har holdt seg godt uten kalking. Holmsjøen, Østersjøen og Mellomsjøen i samme område synes ikke å ha forsuringsproblemer. Østersjøen har en tett bestand av abbor og tynne bestander av gjedde og aure. Innsjøen har også ørekyt (E. Ness pers. medd.). Østersjøen hadde tidligere røye, men bestanden gikk tapt av ukjent årsak. I 1990 ble det satt ut 2.000 røyer, men bestanden er trolig enda ikke reetablert. Dette området må derfor karakteriseres som forsuret. I Hilmsjøen er det også observert fiskedød. Pga at innsjøene i området stort sett har abbor, og at det er privat med dårlig tilgang for allmennheten, ble kalkingen avsluttet (Tore Qvenild pers. medd.).

Elverum Rensjøen øst for Barkbuberget er eneste innsjø med en forsuringsskadet fiskebestand (bortsett fra Høljesjøen som grenser til Trysil). Rensjøen var opprinnelig et rent aurevatn,

men først på 1950-tallet ble det innført gjedde (Ola Øwre pers. medd.). I 1972 ble innsjøen rotenonbehandlet for å fjerne gjedda, og det ble etablert en ny aurestamme vha utsettinger. Rundt 1976/77 ble det innført ørekyt. Allerede tidlig på 1970-tallet ble det registrert forsuringsproblemer i Rensjøen, og i 1973/74 ble det lagt ut grovkalk i Storbekken og i strandsonen. Innsjøen har vært kalket hvert år siden 1983, basert på spredning vha helikopter. Dette er den eldste kalkingsobjektet med kontinuerlig kalking i Hedmark. Det foregår årlige utsettinger av aure, men i Storbekken er det nå også registrert naturlig reproduksjon. Det blir drevet rusefangst av ørekyt, med et årlig uttak på 30-100 liter. Det er ingen andre innsjøer av betydning i området rundt Rensjøen.

Eidskog I øst er det et forsuringsområde som strekker seg fra søre Øyungen og inkluderer blant annet Baksjøen, nordre og søre Bellingen og sørover til Stråtjern og Nottjern nær svenskegrensa. I nordvest er det et område som omfatter Store Børen, Steineia, Store Skjølungen og Busjøen. I Mangen og Havsjøen i samme området er kalkingen avsluttet. Det samme gjelder flere vatn i sør, som Grusjøn, Høgdertjern og videre sørover til Jerpesetttjern, Harstadsjøen og Langvatn.

Stange Det er små forsuringsområder med fiskeskader i Stange, men likevel blir relativt mange vann kalket. Desse lokalitetene er sterkt humøse og opprinnelig ganske sure. Fjellsjøen er meget sur, men denne kalkes ikke pga vernebestemmelsene (Tore Øvenild pers. medd.). I Ottsjøen på grensa mellom Eidsvoll og Nord-Odal gikk auren tilbake pga forsuring. Innsjøen ble kalket, og det ga en positiv effekt på aurebestanden (Ole Mattis Lien pers. medd.). I Ottsjøen er det også abbor og ørekyt. Litt lenger nord er det noen vatn i området rundt Krukberget som også er forsuringspåvirket. Her kalkes fortsatt fire innsjøer; Litleresjøen, Knuksjøen, Gransjøen og Bergsjøen. Aurebestandene i både Litleresjøen og Knuksjøen var redusert før kalking. Litleresjøen ble rotenonbehandlet på 1960-tallet, og ny aurebestand ble seinere etablert ved utsettinger. Litleresjøen og Knuksjøen har også abbor og ørekyt. I Gransjøen gikk aurebestanden tapt, men etter kalking ble den reetablert ved utsettinger. Denne lokaliteten har også abbor og ørekyt, men de gikk ikke tapt før kalking. Bergsjøen er den største innsjøen i området, og her ble både aure- og røyebestanden redusert på 1970-tallet. Etter kalking har begge artene utviklet middels tette til tette bestander. I tillegg har Bergsjøen en tett abborbestand. Denne innsjøen har også sik, som ble satt ut på slutten av 1800-tallet. Siken har varierende årlig rekruttering, som trolig ikke har sammenheng med forsuring. Kalkingen av Bergsjøen påvirker også vannkvaliteten i Hersjøen. Denne innsjøen hadde en tynn og redusert aurebestand på 1970-tallet, men den har nå økt til tett. Hersjøen har også ørekyt og abbor (tett bestand). Det blir tatt enkelte større sik i sjøen, men det er usikkert om den reproduserer. Svartputten og Gaukilsjøen litt lenger nord ble kalket tidligere, men er nå tatt ut av kalkingsplanen pga små fiskeinteresser, tette bestander av småfallen abbor og høye kostnader. I Svartputten gikk den stedegne aurebestanden tapt pga forsuring, men det ble etablert ny bestand ved utsettinger. I Svartputten blir det fortsatt satt ut aure. I Gaukilsjøen ble aurebestanden sterkt redusert som følge av forsuring. Begge disse innsjøene har også abbor og ørekyt. Fiskebestandene i Svartputten og Gaukilsjøen synes å bli opprettholdt uten kalking (Ole Mattis Lien pers. medd.). Jutsjøen nordøst for Harasjøen ble også kalket, men det ble avsluttet da vannkvaliteten likevel holdt seg bra. Innsjøen har en tynn aurebestand og en middels tett abborbestand. I østlige deler av Stange kalkes fem innsjøer, inkludert Holsjøen på grensa til Våler. I vesle Gransjøen har aurebestanden tatt seg opp etter kalking, fra tynn til en middels tett. Innsjøen har også ørekyt. I store Gransjøen gikk aurebestanden tapt på 1980-tallet. Det er nå etablert en ny aurebestand vha utsettinger. Bestanden vurderes fortsatt som tynn. Store Gransjøen har også en middels tett abborbestand. I Holmtjern i nordvestlig retning har aurebestanden økt fra tynn til middels tett etter kalking. Det er også en tett abborbestand i denne innsjøen. Holsjøen har fått en middels tett aurebestand etter kalking.

Løten Rokosjøen er sur og kalkes med hensyn til krepsen. Innsjøen har alltid hatt en tynn aurebestand pga forekomst av abbor og gjedde (Ole Nashoug pers. medd.). Viktige endringer etter kalking er økte bestander av aure (blant annet mjøsaure) og kreps i Rokoelva/Svartelva

nedstrøms Rokosjøen (Gøsta Kjellberg pers. medd.). Det er usikkert om fiskesamfunnet i Rokosjøen er skadet pga forsuring.

Ringsaker Forsuringen har utryddet auren i Kveåsjøen, mens Nybusjøen var nærmest fisketom før kalking (Ole Nashoug pers. medd., Nashoug 2003a). I 1994 ble det satt opp et doseringsanlegg ved Nybusetra ovenfor Nybusjøen. Flagstadelva ovenfor Brennsætra hadde en ubetydelig aurebestand før kalking. Seinere er det satt ut aure flere ganger i vassdraget. I 1994 ble det ikke fanget aure umiddelbart nedenfor kalkingsanlegget. Utsettingene av yngel representerer trolig rekrutteringen i elva, med rundt 30.000 yngel pr. år ovenfor Brennsætra (Ole Nashoug pers. medd.). En undersøkelse i 2002 påviste relativt høye tettheter av aure i elva (Nashoug 2003a). Etter kalking har tettheten av aure på fire strekninger av Flakstadelva vist en postivt utvikling, basert på undersøkelser i perioden 1993-2002 (Linløkken 2003). Det har imidlertid i enkelte år vært påvist lave fisketettheter. I 2002 ble det fanget yngel på alle stasjoner nedstrøms Nybusjøen, men ikke ovenfor. Dette viser at det nå er relativt god naturlige rekrutteringen nedstrøms kalkdosereren. At steinsmetten har blitt reetablert, tyder også på en stabil og god vannkvalitet (Linløkken 2003). Prøver fra den ukalkede referansestasjonen ved Kveådammen i 2002 viste periodevis dårlig vannkvalitet, med pH på 4,90 (Hindar & Skancke 2003). Ved Tørbustilen nedstrøms kalkdosereren var det god pH i 2002, med en middelverdi på 6,53. Nordøst for Sørmesna er det flere sure innsjøer med reduserte fiskebestander; Aksjøen, Store Ljosvatnet,Grunna, Nøkkelåstjørn og Øyungen. Alle disse lokalitetene kalkes.

Åsnes Rundt Fagervassberget i nordvest er noen få innsjøer forsuret, og her er det også noe kalkingsaktivitet. I Skurvsjøen og Åsnesmangen i nord/nordvest for dette området er det ikke rapportert om fiskeskader (Syver Dybendal pers. medd.). Begge innsjøene har sporadiske forekomster eller tynne aurebestander, trolig pga konkurranse fra abbor og gjedde. Helt i øst blir Breidsjøen og Fallsjøen (nordre Røgden) kalket av den svensk-norske kalkingskomiteen (SNKK). Norske myndigheter betalte 40 % av kalkingen fram til og med 2001 (Tore Qvenild pers. medd.). Kalkingen er foreløpig avslutet pga små fiskeinteresser og fiskebestander som likevel synes å klare seg bra. Vassdraget synes å reforsure seg sakte.

Sør-Odal Forsuringsproblemene er i hovedsak begrenset til et område helt i sør. Her er Skårillen, Høljøren og Breidsjøen kalket. I tillegg blir Nettmangen kalket av SNKK (hoveddelen ligger i Nes i Akershus). Flasjøen helt vest på grensa til Nes i Akershus er fortsatt forsuringsskadet, der blant annet morten er forsvunnet (Vidar Sanderud pers. medd.). Et prøvefiske i Flasjøen høsten 2006 ga et relativt lite fangstutbytte sammenliknet med forholdene i flere kalkede innsjøer i området (Jørn Enerud pers. medd.). I Flasjøen forsvant morten relativt tidlig pga forsuring (Vidar Sanderud pers. medd.). Derimot vurderes ikke fiskesamfunnene i Sæterlisjøen og store Eventjern lenger som forsuringsskadde. Begge lokalitetene har relativt tette bestander av mort, som er en indikatorart mht effekter av forsuring. Området øst for Høljøren mot grensa til Kongsvinger har bare et fåtall mindre innsjøer, og eventuelle forsuringsskader på fisk er ubetydelige. Dølisjøen sør for Storsjøen ble kalket fram til og med 2003. Det forventes at vannkvaliteten i denne lokaliteten etter hvert vil bli tilfredsstillende uten kalking. I Kuggerudåa på grensa mellom Nord- og Sør-Odal er det også registrert forsuringsproblemer. Her har målinger de siste 25 åra vist lave pH-verdier, med 4,6-5,3 (Nashoug 2003b). I 1998 ble det lagt ut kalksteingrus i tre strømrike partier av elva, og et elfiske i 2002 viste økt tetthet av aure på alle stasjoner.

Nord-Odal Det er små forsuringsproblemer i Nord-Odal. Men i nordøst er det et mindre område rundt Nøklevatn (grensevatn til Grue og Årnes). Det strekker seg nord til Tannsjøen (grensevatn til Årnes) og sørover til store Hjørningen (grensevatn til Grue). Her er kalkingen avsluttet i to tjern. Både vesle og Store Hjørningen hadde tynne aurebestander før kalking, men de har nå utviklet seg til å bli middels tette/tette. Kalkingen av Nøklevatnet og store Hjørningen innebærer at flere innsjøer blir påvirket, som Gransjøen, Elgsjøen, Nøkktjern og Bakkefløyta. Gransjøen har nå middels tette bestander av abbor og ørekyt, mens aurebestanden fortsatt er tynn (Kenneth Jernberg pers. medd.). De tre nedenforliggende innsjøene har både aure, abbor og gjedde, trolig også ørekyt. Alle disse lokalitetene har tynne aurebestander. I Longsjøen

(ikke kalket) oppstrøms Gransjøen har tette bestander av aure, abbor og ørekyt. I Gardviktjern vest for Nøkktjern er kalkingen avsluttet. Tidligere hadde denne lokaliteten en tynn aurebestand, som har blitt tett etter kalking. Fiskens størrelse og kvalitet blir likevel vurdert som god. Det er samlet inn opplysninger om fiskestatus for 15 ikke-kalkede innsjøer. Alle disse lokalitetene har abbor, og de fleste har også aure. I tillegg har noen lokaliteter også gjedde og/eller ørekyt. Av de 15 abborbestandene var 12 bestander tette, to bestander middels tette og en bestand tynn. Skurvsjøen har også en tynn aurebestand. Ottsjøen, grensevatn til Stange og Eidsvoll i øst, er også kalket.

Kongsvinger Det er idag relativt små forsuringsskader på fisk i Kongsvinger. I de siste åra har kalkingen opphørt i flere innsjøer i kommunen. I Skasen skjedde dette allerede i 1998. Kalkingen i Digeren var et annet større kalkingsprosjekt som ble avsluttet samme år. I nord blir fiskesamfunnet i Steinsvatn fortsatt vurdert som forsuringstruet. Det samme gjelder fiskebestandene i området Fjellsjøen/Trøsjøen lenger sør. Det største forsuringsområdet ligger rett øst på grensa mot Sverige, og omfatter Øyersjøen, Vidtjern og strekningen sørover til søndre Mosevatn. I øvre og nedre Kjerketjerna i nordvestlig retning er kalkingen foreløpig avsluttet. Det er også noen andre mindre forsuringsområder i Kongsvinger, som sørvest for Varaldskogen og nedre Bellingen (grensevatn til Eidskog). I noen høyereliggende innsjøer øst for Glomma er det påvist effekter av forsuring på abbor og mort (Linløkken m.fl. 2002).

Grue Skader på fiskebestander pga av forsuring er trolig ikke lenger særlig betydelige (Stein Sorknes pers. medd.). Men det foregår en omfattende kalking av innsjøer i kommunen, noe som vanskeliggjør vurderingen. De fleste innsjøene i Grue har alltid hatt middels tette til tette bestander av abbor og gjedde og tynne bestander av aure. I øst kalker svenske myndigheter vassdragene til Røgden og Rotnesjøen (sidevassdrag til Vänern/Göta elv). I innsjøer på norsk side er det ikke påvist skader på fiskebestander. I Røgdenvassdraget blir Fallsjøen i Åsnes kommune kalket, samt Rotbergsjøen og Røgden i Grue kommune. Sætertjern og Tvengsbergtjern nord for Røgden blir også kalket, men her er det ikke registrert fiskeskader. Nordre og Søndre Baksjøen drenerer til samme vassdrag, og blir kalket av svenske mydigheter. Det er usikkert om fisken i disse innsjøene har hatt særlige bestandsendringer (Stein Sorknes pers. medd). Det forekommer aure, ørekyt, abbor, gjedde og mort. Bestandsstatus for mort er usikker, og vi velger derfor å vurdere fiskesamfunnene i området som fortsatt forsuringskadet. Røgden har alltid hatt en tynn aurebestand, og her blir det også satt ut fisk. I tillegg har Røgden middels tette bestander av abbor og gjedde. Kalkingen av Rotnavassdraget blir gjort vha en doserer på innløpet av Rotnesjøen. Alle disse innsjøene har sporadisk forekomst eller naturlig tynne aurebestander, samt middels til tette bestander av abbor og gjedde. I Rotnesjøen har aurebestanden økt noe etter kalking, fra sporadisk til tynn (Stein Sorknes pers.medd.). Innsjøen har også middels tette bestander av abbor og gjedde. Det blir ikke satt ut aure i denne innsjøen. I Bjolsjøane er kalkingen foreløpig avsluttet, men mulige fiskeskader er ikke kjent. I Kalsjøen, Kjerkesjøen og Nøklevatn (grensevatn til Sverige) sør for Røgden samarbeider norske og svenske myndigheter om kalkingen. Disse lokalitetene kalkes år om annet for å holde pH rundt 6,7 (Stein Sorknes pers. medd.). Her forekommer det bestander av aure, røye og abbor. Omfanget av fiskeskadene er ukjent. Nordøst for Namnsjøen i nordlige del av Grue nær grensa til Åsnes blir Søndre Grautsjøen kalket. Denne innsjøen har trolig alltid hatt en middels tett aurebestand, en tynn mortbestand og en middels tett bestand av abbor.

3.3.4 Oppland

Oppland har hatt en reduksjon i areal med forsuringsskadde fiskebestander på 37 % i løpet av de siste 15 åra. Det totale skadearealet utgjør nå 378 km^2. Gran kommune har de største fiskeskadene fordelt på områder både i øst mot Akershus og i vest ved Fjorda. Det er også et relativt stort område med fiskeskader lengst vest i Sør-Aurdal. Det er ikke lenger særlige forsuringsskader på fisk i Rondane, Sel kommune, i Nord-Gudbrandsdalen.

***Figur 7**. Områder med forsuringsskadde fiskebestander i Oppland pr. 2006. Områder under 15 km^2 er angitt som ett punkt.*

På 1970-tallet hadde Oppland små fiskeskader pga forsuring (Sevaldrud & Muniz 1980). De kartlagte skadeområdene begrenset seg til deler av Vassfaret i Sør-Aurdal og grunnfjellsområdene vest for Randsfjorden. I tillegg var det et mindre område i Rondane i Sel kommune berørt, der røyebestanden i Rondvatnet var nærmest uttryddet. Lave pH-verdier tydet på at årsaken var forsuring. På fjellet mellom Hedalen og Vassfaret og i Bogen sør for Vassfaret tydet vannkjemiske målinger også på at årsaken til tapte og skadde fiskebestander var forsuring. Grunnfjellsområdene vest for Randsfjorden omfattet to områder. Det ene låg rundt Selsjøen i Søndre Land og bestod av 5-6 større og mindre innsjøer. Det andre omfattet sørlige deler av nedbørsfeltet til vannkomplekset Fjorda i Gran kommune.

På slutten av 1980-tallet utarbeidet Fylkesmannen i Oppland en rapport om fiskestatus i forsuringsfølsomme områder (Sevaldrud & Hegge 1987). Kartleggingen viste at fiskeskadene pga forsuring hadde økt i løpet av 1980-tallet. Tidlig på 1990-tallet ble det gjort en analyse av utviklingen, som viste at skadene hadde økt ytterligere (Hesthagen m.fl. 1994). På 1990-tallet ble det lagt fram en plan for kalking av sure fiskevatn i Oppland (Sevaldrud m.fl. 1996).

Oppland har hatt en nedgang i areal med fiskeskader på rundt 37 % siden rundt 1990, og skade-arealet utgjør nå 378 km^2. Gran har de største skadene, som omfatter både østlige deler mot Akershus (110 km^2) og Fjorda-området (86 km^2) (**figur 7, tabell 2 & 6**). I Sør-Aurdal er det også et relativt stort forsuringsområde lengst vest i kommunen. I Rondane i Sel kommune er det derimot ikke lenger særlige fiskeskader relatert til forsuring. I Rondvatnet er røya reetablert ved utsettinger av villfisk, og bestanden vurderes nå som tett.

Tabell 6. *Kommunevis fordeling av areal med forsuringsskadde fiskebestander i Oppland pr. 2006.*

Kommune-nr	**Kommune**	**Areal** (km^2)
517	Sel	0
538	Nordre land	0
540	Sør-Aurdal	73
536	Søndre Land	76
534	Gran	196
528	Østre Toten	12
532	Jevnaker	6
533	Lunner	15
Totalt		378

Sel Rondvatnet hadde tidligere både røye og aure. Et prøvefiske i 1996 ga negativt resultat, og bestanden ble vurdert som tapt (SFT 1997). I løpet av perioden 1998-2000 ble det satt ut rundt 250 røyer fra tjern i Illmannsdalen, et sidevassdrag til Rondvatnet. Et nytt prøvefiske i 2004 viste at den utsatte fisken hadde reprodusert og at bestanden allerede var blitt relativt tett (SFT 2005). I følge aldersanalysen ble det gjenfanget relativt få utsatt fisk, idet naturlig rekrutterte individ dominerte fangsten. Ved et prøvefiske i 2004 ble det også fanget to aurer, men aurebestanden i Rondvatnet har trolig aldri vært særlig tallrik pga konkurranse fra røye og begrensede gyteareal. Vannkjemiske målinger viser at forsuringssituasjonen i Rondvatnet har bedret seg kraftig i løpet av de siste 10-15 åra, med pH > 5,6 og en positiv syrenøytraliserende kapasitet (Saksgård & Schartau 2005). Årsaken til at røya ikke har etablert seg i Rondvatnet tidligere har trolig sammenheng med dårlig spredningsevne. Det er ingen store fysiske barrierer på utløpet av innsjøen.

Nordre Land Det har også vært mindre fiskeskader pga forsuring i Nordre Land (Ola Hegge pers. medd.). I Aust-Torpa i nordøslige deler av kommunen var det tidligere kalking i noen innsjøer (Store Krokvatnet, Svarttjern, Svartvatnet og Bergevatnet). Noen mindre innsjøer i sentrale og vestlige deler har også tidligere vært kalket (Nyvatnet, Øyvatnet, Aksletjern og Damtjern). Ut fra at kalkingen i disse lokalitetene ble stoppet for flere år siden, anser vi mulige skader på fiskebestander som ubetydelige.

Sør-Aurdal De største forsuringsproblemene er lokalisert på Moltefjellet, Surtind og Slafjellet, der flere fiskebestander har gått tapt. Dette området strekker seg nordover til Reinsvatna sør for Bråtasæterhøgdi, der det er flere reduserte aurebestander. Dette gjelder også øvre og nedre Reinsjøvatn. Forsuringsområdet strekker seg ikke så langst vestover som til Teinvatna (aure) og Vangen (abbor og aure). I dette området blir 12 innsjøer kalket, lokalisert fra Storausttjern i sør til øvre Reinsjøvatn i nord. Det er vanskelig å vurdere om det har skjedd en naturlig gjenhenting av fiskebestander i dette området. Dette skyldes blant annet at relativt mange vatn enten er kalket eller påvirket av kalking (Olaf Ødegaard pers. medd.). Men ut fra en tidligere beskrivelse, har størrelsen på forsuringsområdet endret seg lite i de siste åra (jfr.

Sevaldrud m.fl. 1996). På Manfjellet litt lenger øst er det et mindre forsuringsområde som omfatter tre tjern. Her var det tidligere flere lokaliteter med skadde aurebestander; Langtjern, øvre Sautjern og nedre Sautjern. Storbekkputtane har trolig alltid vært fisketomme. Idag kalkes Langtjern og øvre Sautjern. På Storrustefjell helt i sør er det også et lite forsuringsområde som i hovedsak bare omfatter Fisketjørn og Steinhyttvatnet. Begge disse lokalitetene kalkes. Ellers dreier det seg bare om noen mindre tjern som trolig for det meste aldri har hatt fisk. Sjøl om berørt areal ikke har endret seg mye, er det en klar forbedring av vannkvaliteten i området. Kalkbehovet er derfor betydelig redusert i seinere år (Ola Hegge pers. medd.).

Søndre Land Et større forsuringsområde strekker seg fra grensa til Gran i sør og nordover langs grensa til Ringerike, og opp til Store Aurli. På denne strekningen blir til sammen 17 innsjøer kalket. Selsjøen er den største lokaliteten. Den drenerer til Stor-Sandungen og videre ned i Vesl-Sandungen. Både aure- og røyebestanden i Selsjøen døde ut pga forsuring. Lengre nord kalkes Store Aurli og Krokvatnet (renner ned i Øyvatnet). I Store Aurli gikk aurebestanden tapt før kalking, mens det var en restbestand av abbor (Sevaldrud m.fl. 1996). Store Aurli har nå en tynn aurebestand, mens abboren har økt kraftig og dominerer (Arne Bull pers. medd.). Både Krokvatnet og Øyvatnet hadde før kalking restbestander av aure og abbor. Innsjøer nord for Store Aurli ligger i et rikere geologisk område, og har derfor ikke forsuringsproblemer. I øst strekker forsuringsområdet seg til området rundt Gråskallen vest for Lomsjøen. Denne innsjøen har bestander av sik, abbor og aure. I Stor-Sandungen ble det ved et uhell innført ørekyt for 10-15 år siden, og den kan ha spredt seg til Lomsjøen (Odd Struknæs pers. medd.). Det ser ut til at størrelsen på dette forsuringsområdet har endret seg lite i løpet av de siste åra (jfr. Sevaldrud & Hegge 1987, Sevaldrud m.fl. 1996). Kalkbehovet mht å holde en akseptabel vannkvalitet har avtatt langt mindre i dette området, sammenliknet med øvrige forsuringsområder i fylket (Ola Hegge pers. medd.). På 1980-tallet ble det rapportert om tapte aurebestander i noen småtjern øst for Lomsjøen. Dette skyldtes trolig ikke forsuring, idet vannkvaliteten var god. Derimot har disse lokalitetene ingen eller dårlige gytebekker for aure. Årsaken til tapte aurebestander kan derfor skyldes fravær av naturlig rekruttering eller manglende utsettinger.

Gran Det er fortsatt betydelige forsuringsrelaterte fiskeskader i Gran kommune. I vestlige deler omfatter dette området rundt Fjorda på høydedraget mellom Ringerike (Buskerud) og Randsfjorden. Fiskesamfunnet i dette innsjøsystemet var forsuringsskadet allerede på 1970-tallet, spesielt gjaldt det røya (jfr. Sevaldrud & Hegge 1987, Sevaldrud m. fl. 1996). I perioden 1990-95 ble det gjennomført fiskebiologiske undersøkelser i flere av lokalitetene i Fjorda (Saksgård m.fl. 1999). I 1985 ble det satt igang kalking av dette innsjøsystemet, og fram til 2000 var aktiviteten omfattende (Hegge m.fl. 2004). Det er også et stort forsuringsområde i østlige deler av Gran. Dette strekker seg fra Grevsjøen og Lustjerna nord for Lushaugen, sørover til Stråtjerna og hele området østover til fylkesgrensa til Akershus, med Øyangen. I dette området har mange aurebestander blitt redusert pga forsuring (jfr. Sevaldrud m.fl. 1996). Her blir minst 18 innsjøer kalket, inkludert Lustjørna og Øyangen som er grensevatn til Hurdal. Sjøl om berørt areal ikke har endret seg mye, har vannkvaliteten i området bedret seg klart. Kalkbehovet både i området rundt Fjorda og på Øståsen i Gran har blitt betydelig redusert i seinere år, og noen lokaliteteter har ikke vært kalket på flere år (Ola Hegge pers. medd.).

Østre Toten I Lenavassdraget i sør er det to små forsuringsområder med fiskeskader. Det vestligste området omfatter Lønsjøen og Bergsjøen og sørover til Grønsjøen (Sevaldrud m. fl. 1996). Noen av disse lokalitetene ble kalket på 1990-tallet. Litt lenger sør ble Garsjøen kalket fram til 2006, med drenering til Brennsætersjøen. Kalkingen ble i første rekke gjennomført med tanke på krepse-bestanden i Brennsætersjøen. Den var nesten utryddet før kalking (Per E. Halvorsrud pers. medd.). Bestandene av aure og ørekyt var også svake før kalkingen. Det er abbor i begge innsjøene. Vannkvaliteten i forsuringsområdene i Østre Toten er nå blitt betydelig bedre, og mye tyder på at kalkingen kan avsluttes (Ola Hegge pers. medd.).

Jevnaker Forsuringssituasjonen er moderat og begrenset til et område i nordvestlige deler. Her foregår det kalking i tilløpsbekkene til fire innsjøer, som tidligere hadde reduserte eller tapte aurebestander. Dette gjelder Steinbekken (til nedre Vælsvatnet), Gørrtjernbekken (til Kalven),

Midtskogbekken (til Borsvatnet) og Kløtjernbekken (til Kløvtjørn). De tre første innsjøene har abbor, gjedde, abbor og aure, mens det er abbor, aure og ørekyt i Kløvtjern. Fiskebestandene i innsjøene lengre nord ble sterkt svekket av forsuring på slutten av 1960-tallet og begynnelsen på 1970 åra. Disse bestandene er nå iferd med å bli reetablert, med god reproduksjon og forekomst av individ i forskjellige størrelser (Johan Esperum pers. medd.). Derimot er ikke røyebestanden i Buvatnet på grensa til Gran reetablert.

Lunner Det er flere små områder med forsuringsskadde fiskebestander i Lunner. Øytjern og Hestrær i nordøst hadde fisk før kalking, men med en tilbakegang i bestandene av aure og røye (Sevaldrud m.fl. 1996). I tillegg forekommer det abbor og ørekyt. Øytjern ble kalket første gang i 1987, som også avsyret Hestrær lenger ned i vassdraget. Øytjern ble kalket hvert år fram til 2004. Både Øytjern og Hestrær har nå middels tette bestander av aure og abbor (Arvid Snellingen pers. medd.). Fiskebestandene i Store og Lille Snellingen (grensevatn til Nannestad i Akershus) var også påvirket av forsuring (Sevaldrud m.fl. 1996). Disse to innsjøene drenerer nordover til Leiravassdraget via Sula. De stedegne bestandene av aure, røye og abbor gikk tapt i begge innsjøene. Akershus fylke har kalket Store Snellingen siden 1988. Det er satt ut aure i begge innsjøene, med godt resultat (Arvid Snellingen pers. medd.).

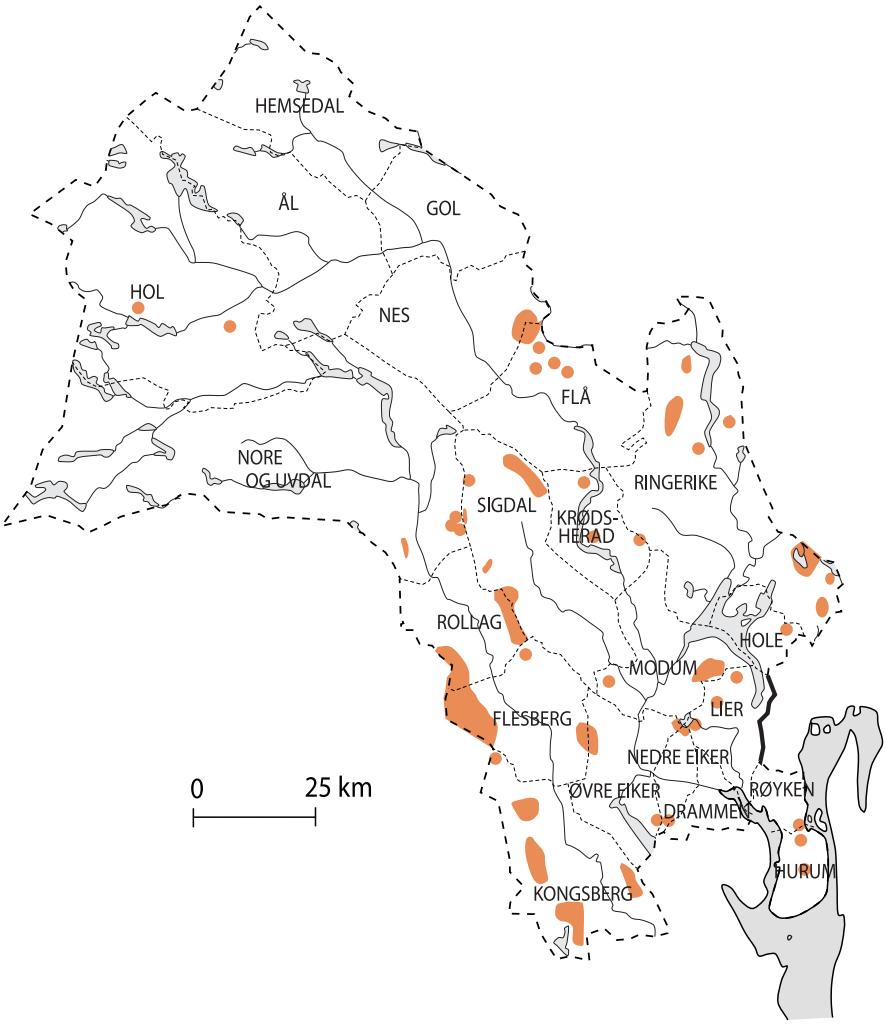
Skotjernfjellet/Sølvtjernhøgda har tre små tjern med forsuringsskadde fiskebestander; Skotjern, Fjellsjøen og Sølvtjern (Sevaldrud m.fl. 1996). Fjellsjøen hadde tidligere abbor, men bestanden døde ut. Sølvtjern hadde en sterk abborbestand og en tynn bestand av aure, mens i Skotjernet hadde forsuringen forårsaket reduserte bestander av både aure og abbor. Skotjernet og Sølvtjernet ble kalket, men ikke Fjellsjøen fordi det var fisketomt. Skotjernet og Sølvtjernet ble kalket hvert år fram til 2004. Både Skotjernet og Sølvtjernet har nå middels tette bestander av aure, mens abborbestandene trolig fortsatt er tynne (Arvid Snellingen pers. medd.). Det er satt ut aure i begge innsjøene.

Øst for Myllelva er det også et lite forsuringsområde, der Store Klatretjern, Lille Klatretjern og Auretjern ble kalket fram til og med 2004. Disse innsjøene har bestander av aure, abbor og ørekyt. Det blir satt ut aure i disse innsjøene hvert år. I tillegg er det også noe naturlig reproduksjon, som f eks på utløpet av Store Klatretjern. Rekrutteringen av aure i disse innsjøene synes å være god, og det blir rapportert om relativt mye småfisk (Odd Øhrn pers. medd.). Men det er likevel usikkert om disse aurebestandene kan opprettholdes uten utsettinger og kalking (Trond Hansen pers. medd.).

Helt i sør, øst for Katnosa på grensa til Nittedal (Akershus) og Ringerike (Buskerud), ligger det også et mindre forsuringsområde. Dette omfatter blant annet søndre og nordre Branntjern. Begge disse lokalitetene blir kalket. Forsuringsområdet inkluderer også Store og Lille Kalvetjern og Ekornputt, Hadelandsputt og Mariputt (Sevaldrud & Hegge 1987, Sevaldrud m.fl. 1996). OFA har drevet årlig kalking av Nordre Branntjern, Søndre Branntjern, Store Kalvetjern og Lille Kalvetjern siden 1989. Disse kalkes fortsatt. Alle disse lokalitetene har nå gode aurebestander (Dag Ø. Ingierd pers. medd.). Søndre og nordre Branntjern hadde henholdsvis en tapt og redusert aurebestand før kalking. Ved hjelp av utsettinger er det igjen etablert aurebestander i disse lokalitetene, og de blir nå vurdert til å være blant Oslomarkas aller beste fiskevatn. Branntjerna har også bestander av ørekyt. Kalvetjerna hadde før kalking en sporadisk bestand av aure, men den blir nå vurdert som god. Fiskebestandene i noen innsjøer i Pipernvassdraget øst for Harestuvatnet var tidligere antatt å være forsuringsskadde; Nordre Pipern, Langpipern og Dampipern (Sevaldrud m.fl. 1996). I 1987 ble det rapportert at aurebestandene i disse lokalitetene hadde avtatt, mens de øvrige artene syntes å ha opprettholdt gode bestander (røye, abbor og sik). Kalking av Langpipern og Dampipern ble satt igang i 1987. Det kom imidlertid motforestillinger mot kalkingen fordi vassdraget blir brukt som drikkevannskilde, og kalkingen ble derfor innstilt. Disse innsjøene synes nå å opprettholde gode fiskebestander uten kalking.

3.3.5 Buskerud

Buskerud har hatt en betydelig reduksjon i areal med forsuringsskadde fiskebestander i løpet av de siste 15 åra. Disse områdene er beregnet til 832 km^2, eller en reduksjon på 51 %. Kongsberg, Rollag, Fresberg, Sigdal og Ringerike kommuner har de største fiskeskadene. Innsjøer i de mest forsuringspåvirkede områdene på Blefjell er fortsatt sterkt forsuret.



Figur 8a. *Områder med forsuringsskadde fiskebestander i Buskerud pr. 2006. Areal under 15 km^2 er angitt som ett punkt.*

På 1970-tallet hadde Buskerud forsuringsskadde fiskebestander innen 13 % av sitt totalareal (Sevaldrud & Muniz 1980). Det ble registrert seks områder med fiskeskader. De største områdene låg langs fylkesgrensa til Telemark, i Skrim-Blefjellområdet og i grensetraktene mot Oppland. Det sistnevnte området strekte seg fra Vassfaret og sørover mot Sokna i Ringerike kommune. Det ble også registrert sure vatn og betydelige skader på fiskebestander i innsjøer i Drammensmarka og på Hurum-halvøya. I løpet av 1980-tallet forverret forsuringssituasjonen i Buskerud seg ytterligere (Hesthagen m.fl. 1994). Dette skyldtes i hoved at de eksisterende skadeområdene økte, som i Fles-berg, Kongsberg, Rollag, Sigdal, Krødsherad, Flå og Ringerike kommuner. Fylkesmannen i Buskerud har utarbeidet rapporter over fiskestatus i forhold til kultivering, forsuring og kalking (Tysse 1988, 1989, Tysse & Garnås 1996).

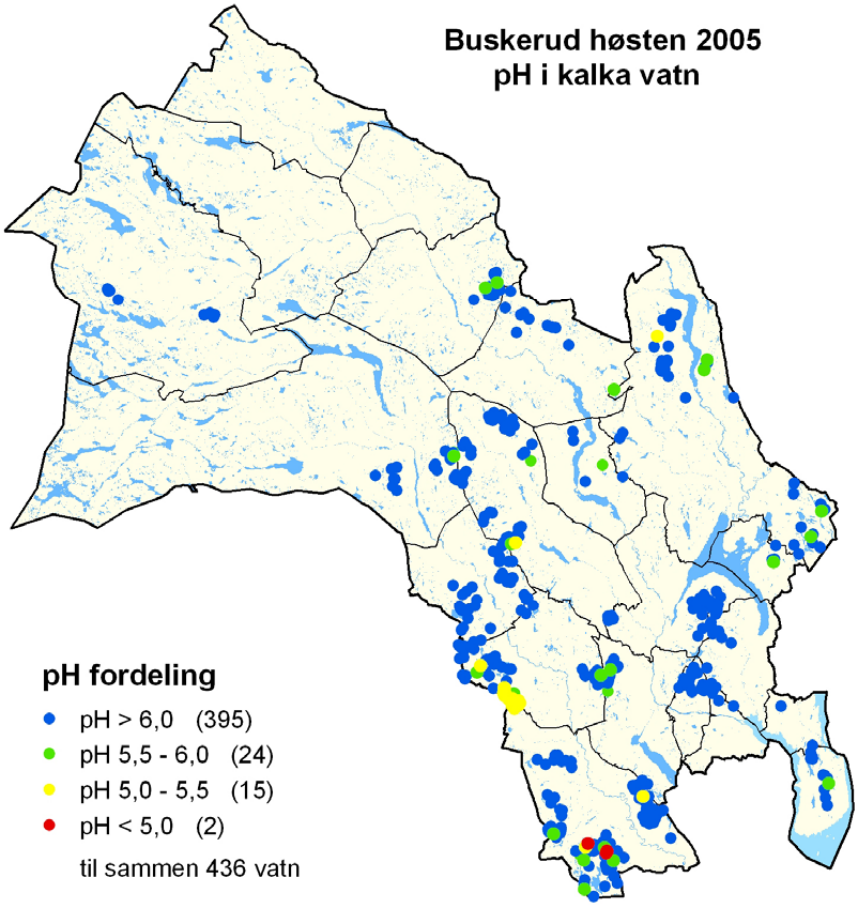
Buskerud har hatt en betydelig reduksjon i areal med forsuringsskadde fiskebestander i løpet av de siste 15 åra. Disse områdene er beregnet til 832 km^2, som innebærer en reduksjon på 51

% i forhold til skadearealet pr. 1990 (**tabell 2 & 7**). Det er fortsatt mange og til dels store forsurings-områder i sørlige deler av fylket, i Sigdal, Rollag, Flesberg og Kongsberg (**figur 8a**).

Tabell 7. *Kommunevis fordeling av areal med forsuringsskadde fiskebestander i Buskerud pr. 2006.*

Kommune-nr	**Kommune**	**Areal** (km^2)
620	Hol	12
616	Nes	29
633	Nore og Uvdal	32
632	Rollag	130
621	Sigdal	95
615	Flå	24
622	Krødsherad	7
605	Ringerike	74
631	Flesberg	100
623	Modum	44
612	Hole	2
604	Kongsberg	168
624	Øvre Eiker	48
625	Nedre Eiker	34
602	Drammen	2
626	Lier	11
627	Røyken	3
628	Hurum	17
Totalt		832

I løpet av de siste åra har rundt 475 innsjøer i Buskerud blitt kalket, og bare et fåtall lokaliteter er tatt ut av programmet i seinere år (Åsmund Tysse pers. medd.). De fleste kalkede innsjøene har god vannkvalitet, med pH>6,0 (**figur 8b**). Det er utarbeidet en rapport som summerer resultatene av fiskeundersøkelser i 53 kalkede innsjøer i perioden 1999-2003 (Taraldsrud 2005). Det er også gjort en analyse av gjenhentingen av copepoder, rotatorier og cladocerer i kalkede innsjøer i Buskerud (Nilssen & Wærvågen 2001, 2002, Wærvågen & Nilssen 2003a).



Figur 8b. *pH i kalkede innsjøer i Buskerud høsten 2005. (Kilde: Fylkesmannen i Buskerud).*

Hol Nord for Haugastøl ble det satt igang kalking av fire innsjøer på 1990-tallet, idet vannkjemiske målinger viste en marginal vannkvalitet for fisk; Bjørnabuvatn (3 stk) og Krosstjørn. Videre er S. Hakkesettjørni, Rundetjørni, Svartesteintjørni og Geilotjørni sør for Ustedal også kalket, samt Halletjørn vest for Sunndalsfjorden. Men det er trolig bare et tidsspørsmål før fiskebestandene i disse innsjøene kan opprettholdes uten kalking. I Hol har ellers flere aurebestander i seinere år blitt kraftig redusert pga introduksjon av ørekyt (Rolf Mykkeltvedt pers. medd.).

Nes I øst på grensa mot Sør-Aurdal i Oppland er det et forsuringsområde fra Tverrfjellet og sør til Liavatnet og Grårovan ved Blåfjell. Dette er et høyfjellsområde, der de aktuelle innsjøene ligger rundt 950-1020 moh. Her er nærmere 20 innsjøer kalket.

Nore og Uvdal I øst nær grensa mot Sigdal kalkes 16 mindre innsjøer øst og sør for Ljosdalsåsen og ved Nybufjellet. Det er sannsynlig at fiskebestandene i disse innsjøene nå kan opprettholdes uten tilførsel av kalk, men uansett dreier det seg om et lite skadeareal. Vest for Norefjorden ligger seks andre kalkede innsjøer, som er lokalisert fra området rundt Hallandsfjellet til Krosstjørnhovdun og vestover til Holmevatnet (945 moh). Denne innsjøen ble kalket første gang i 2006, idet tidligere kalking bare omfattet innløpsbekken.

Rollag I søre deler er det et stort forsuringsområde som strekker seg fra grensa mot Telemark og øst til Stabekktjern. Her blir flere innsjøer kallket. Videre nordover omfatter området innsjøer nord for Trihyrnefjellet og vestover til Røynebuvatnet, Kravsetjørn og Sørkjevatnet. Flere innsjøer i området er kalket, blant annet Sørkjevatnet. I øst er det et relativt stort forsuringsområde fra rundt Tekslehogget og til Skålavatnet i nord (grensevatn til Sigdal). Her ble Holmetjørni i

Bufjell kalket for første gang i 2006. Dette området har mange kalkede innsjøer, med Øynevatnet som den største lokaliteten. Alle de kalkede innsjøene i Rollag er små, bortsett fra Sørkjevatnet i Sørkjeåni-/Nume-dalsvassdraget (3,47 km^2). Fiskebestandene i Låkåsetvatnet og Myklevatnet lenger nord er trolig ikke skadet.

Sigdal I øst er det et forsuringsområde fra Skålavatnet (grensevatn til Rollag), Tuftevatnet og videre nordøstover til Slettefjell og øst til Andersnattjern øst for Andersnatten. Videre nordover er det et annet område sør for Venlifjellet og øst til Tollevnatten. Det er også et lite forsuringsområde mellom Langlitjernåsen og Vatnelifjellet. Lenger nord er det et mindre forsuringsareal som strekker seg fra Torskardfjellet til Elgtjernåsen. Det er usikkert om fiskebestandene i innsjøer i Sølandsfjellet er forsuringsskadet. Videre er det et stort forsuringsområde i nordøst, der flere innsjøer kalkes. Dette omfatter området nord og øst for Eggedal, mot Gråfjell og Norefjell, og strekker seg fra øvre Sandvatnet og sørover til Djupsjøen. Det er flere innsjøer som blir kalket innen alle de nevnte områdene. Fiskebestanden i Bakkerudsjøen vest for øvre Sandvatnet er trolig ikke skadet.

Flå Det fins bare noen mindre områder med forsuringsskadde fiskebestander i Flå. Det største området ligger helt i nord, og strekker seg fra Benkan og sør til Saulifjellet. Her er Spunsetjørni og Kaggetjørni kalket. Lenger i sørøst kalkes tre innsjøer rundt Styrmannatten; Raudfjelltjørni, Øyvatnet og Styrmannstjørni. Sør for dette området er det registrert at aurebestanden i Kvitjørni er skadet. Denne lokaliteten blir også kalket. Noe lenger øst ligger flere innsjøer som kalkes; Kvilartjørni, Svarttjørni og Damtjørni. Det er også påvist skader på fiskebestanden i Svangtjørni øst for Skardsætri.

Krødsherad Det er få forsuringsskadde fiskebestander i Krødsherad. Helt i nord ligger det et forsuringsområde vest for Storås, som omfatter Breidviktjørni og Heimsætertjørni. Videre er det påvist skader på aurebestandene i Sundestertjørni ved Sundsæter og i Ørtevatnet. Alle de nevnte lokalitetene blir kalket.

Ringerike I nord er det et forsuringsområde rundt Skalerudkollen/Langvasslia, som strekker seg til Skalerudvatnet og Veslevatnet i nord og til Damtjørna i sør. Lenger sør er det et litt større skade-område fra Endelaushaugane (Fisketjørna) og sørover til Blankvatnet. Øst for Sperillen er det et mindre forsuringsområde rundt Gudbrandshaugen der fire innsjøer kalkes. Fiskebestander i innsjøer i Brekkebygda er også skadet, der Vettertjørn og Breidvatnet er kalket. I sørøstlige deler av Ringerike mot Nittedal i Akershus er det en del innsjøer med forsuringsskadde fiskebestander. Her blir minst åtte innsjøer kalket, hvorav Øyangen er største lokalitet. Det har vært vanskelig å få en oversikt over fiskestatus for området, så det kan være flere skadde fiskebestander. Ringerike har mange innsjøer med relativt tette abborbestander, og slike lokaliteter har oftest naturlig tynne aure-bestander. Det er rapportert om få økte aurebestander i innsjøer som ikke kalkes, men det kan skyldes konkurranse fra abbor.

Flesberg I nord er det et mindre forsuringsområde vest og nord for Haugesjø. Fra Blefjell og østover er det derimot et sammenhengende forsuringsområde til Blestølen, med flere kalkede innsjøer. Det synes som om en del av disse lokalitetene ikke ble kalket høsten 2008 (Åsmund Tysse pers. medd.). Vannprøver som ble samlet inn viste i alle fall at disse innsjøene har blitt reforsuret, med pH 5,0-5,2 og 0,5-0,6 mg Ca/L. Noen av disse lokalitetene ligger for øvrig i Kongsberg kommune. Innsjøer på Blefjell som ikke kalkes er fortsatt sterkt forsuret, som f eks Skakktjern. Denne innsjøen inngikk i 1000 sjøers undersøkeslen i 1986, og prøver fra høsten 2008 viste en pH på 4,60 (Åsmund Tysse pers. medd.). Innsjøen er kalkfattig, ned 0,54 mg Ca/L. Vest for Lampeland er det en del innsjøer med skadde fiskebestander pga forsuring, og her pågår det også noe kalking.

Modum Øst for Vikersund er det et forsuringsområde som strekker seg fra Breidliflaka i nord til Finnemarka i sør. Her er det en relativt stor kalkingsvirksomhet, som omfatter minst 33 innsjøer. De fleste lokalitetene i området er relativt små. Det er også et lite forsuringsområde i sørvestlige deler av kommunen, mellom Kleivåsen og Libergsknatten. Her blir fire innsjøer kalket.

Hole Det er et lite forsuringsområde ved Torgesæterhøgda, der tre små tjern kalkes; Stormyrtjern, Torgetjern og Attogfram. I tillegg blir Myrumstjern litt lenger nord og Kattjern lenger øst også kalket.

Kongsberg Det er fortsatt relativt store forsuringsskader på fisk i Kongsberg, med en omfattende kalkingsvirksomhet. Helt i nord er det et lite forsuringsområde rundt Korslisætra. Vest for Kongsberg er det et område som strekker seg til Telemarks grense. Aurebestanden i Hengsvatnet lengst vest er trolig ikke skadet. Innsjøene i dette området er små, bortsett fra Helgevatnet i Storelva/Nume-dalslågenvassdraget. Lenger sør er det et forsuringsområde som strekker seg fra Kolsjøhøgda og sør til Bustul. Her ble Kolsjø kalket første gang i 2006. Sør for Skrimfjella er det et relativt stort forsuringsområde sørover til noen lokaliteteter øst og vest for Mykle. Her ble Øvre Arkevatnet kalket første gang i 2006. Fiskebestandene i Ramsvatnet, Mykle og Hajeren er ikke vurdert som forsuringsskadde. I øst er det et forsuringsområde fra Ognevatnet/Jartkjær i nord til Uletjern ved Skroppfjellet i sør.

Øvre Eiker På grensa mot Flesberg i nordvest er det et forsuringsområde rundt Myrehogget, med flere kalkede lokaliteter. Helt i nordøst er det registrert skader på fiskebestander i området fra store Bergdamtjern og østover, samt sørover til Øyvatnet (grensevatn til Nedre Eiker). Øst for Eikeren er det også et lite skadeområde, med noen kalkede innsjøer.

Nedre Eiker Helt i nord er det et forsuringsområde som strekker seg til Gravningen og Steinarvanna. Øyvatnet i vest er grensevatn til Øvre Eiker. I sør er det et lite forsuringsområde rundt Røysåsen, der Nebergdammane, Nedre Leitjørn og Vesle Kroktjern kalkes.

Drammen I nord er det et lite område med noen småtjern som blir kalket. Svarttjern nordøst for Drammen er også kalket.

Lier Forsuringsskader på fisk i innsjøer i Lier er relativt små. Lengst i nord er Furudammen og Svartvatnet (507 moh) kalket. I nordvest pågår det kalking i Øvre Damtjern, Hvalputtene, Langvatnet, Svartvatnet (479 moh) og Skjersvatnet. Noe lengre sør kalkes Himmerriktjern, Lelangen og Vakkertjern.

Røyken Forsuringsskader på fiskebestander er begrenset til et par lokaliteter nær grensa til Hurum, der Skånevatnet og Langvatnet blir kalket. Stordammen i nordlige deler av kommunen ble kalket første gang i 2006.

Hurum I nord er det et mindre forsuringsområde fra grensa til Røyken og ned til Nåbyvatnet og Skoklevatna. Lenger sør er det et annet område som strekker seg fra Ålbyvatnet til Røskestadvatnet. Innen det siste området er sju lokaliteter kalket, inkludert de to større innsjøene Rødvatnet og Langvatnet. Fiskebestandene i andre større innsjøer i Hurum er ikke forsuringsskadet, som Mørkvatnet, Sandungen og Rødbyvatnet.

3.3.6 Vestfold

Vestfold har små forsuringsskader på fisk. Forsuringsarealet er beregnet til 74 km^2, som innebærer en reduksjon på 29 % i løpet av de siste 15 åra.

Figur 9. *Områder med forsuringsskadde fiskebestander i Vestfold pr. 2006. Områder under 15 km^2 er angitt som ett punkt.*

På 1970-tallet registrerte SNSF-prosjektet fire mindre forsuringsområder med fiskeskader i Vestfold (Sevaldrud & Muniz 1980). Tre av disse områdene låg nær grensa til Telemark, i Lardal og Larvik kommuner, samt et område på høydedraget mellom Svelvik og Sande vest for Drammensfjorden. Det er foretatt en undersøkelse av kalkingseffekter og naturlig restaurering av en del innsjøer i Vestfold, med fokus på zooplankton (Wærvågen & Nilssen 2003b).

Areal med forsuringsskadde fiskebestander i Vestfold utgjør nå 74 km^2, dvs en reduksjon på 29 % siden 1990. De største skadeområdene ligger i Lardal og Larvik i vest og i Sande i nord (figur 9, tabell 8).

Tabell 8. *Kommunevis fordeling av areal med forsuringsskadde fiskebestander i Vestfold pr. 2006.*

Kommune-nr	**Kommune**	**Areal** (km^2)
713	Sande	22
711	Svelvik	4
728	Lardal	19
709	Larvik	24
719	Andebu	5
Alle		74

Sande I øst er det et forsuringsområde som strekker seg fra Veslevatn i nord og sørover til Zulu-sjøen og Trestiklevanna. Her kalkes Toreselva, innløpselva til Suluvatnet. Noe lenger sør er Bekkevatn ved Tyrikollen kalket. I vest er det påvist skader på fiskebestander som en antar skyldes forsuring. Her blir Øyvasselva (fra Øyvatnet) og noen mindre innsjøer lenger vest kalket.

Svelvik Vest for Svelvik er det et lite forsuringsområde, der Hellumvatnet og Fjellbekkrenna blir kalket.

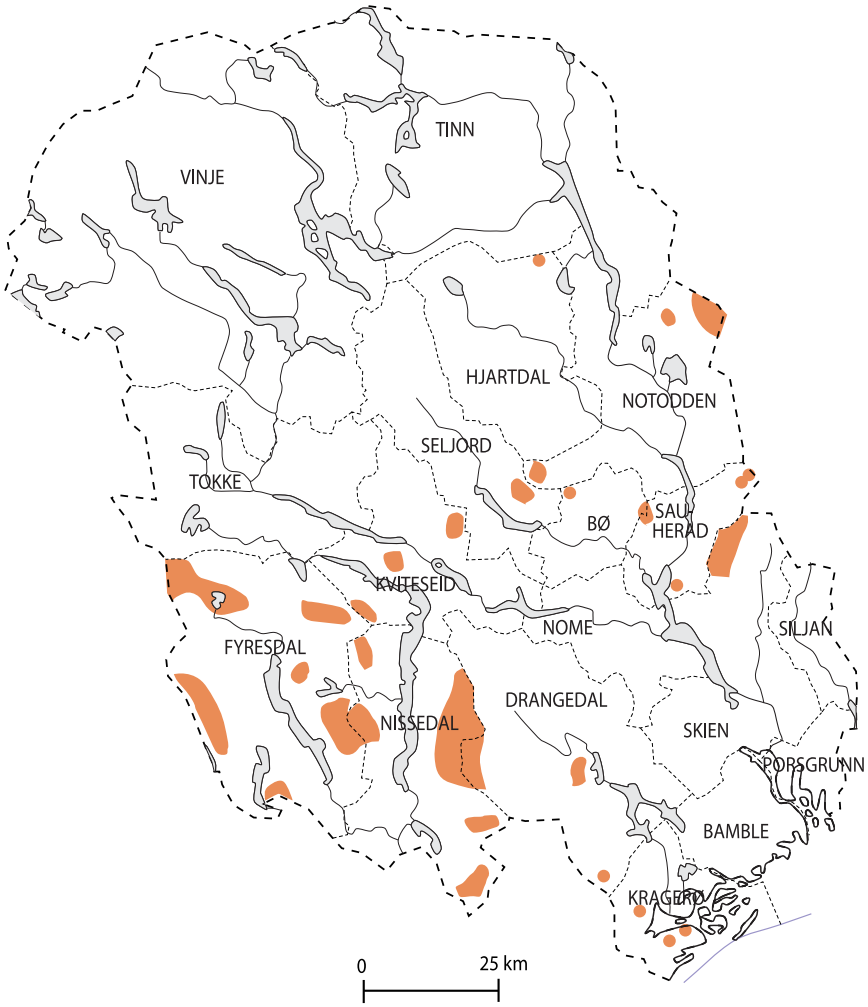
Lardal Forsuringsområdet i Lardal er begrenset til grensestrøkene mot Siljan i Telemark. I nord er det et forsuringsområde fra Kopa og sørover, som blant annet omfatter Djupedalsvatnet og Grasdalsvatna. Både Kopa og to tilløpsbekker til innsjøen (Trytetjernbekken og Setertjernbekken) blir kalket. Lenger sør er det antatt at fiskebestandene i Langevatnet, Svartvatnet og Breidvatnet er forsuringsskadet. Alle disse lokalitetene blir kalket.

Larvik Det er noen mindre forsuringsområder i nordlige deler av Larvik, der flere lokaliteter enten fortsatt blir kalket eller har vært kalket inntil nylig. I nordlige strøk er det et forsuringsområde mellom Seteråsen og Grevesteinen, og her kalkes Åsvannet, Øyvannet, Langevannet og Hellenesdammen. Øst for Numedalslågen litt lenger sør er det et par vatn ved Damvannskollen som kalkes; Heskovannet og Damvannet. Ytterligere lenger sør er det et mindre forsuringsområde øst for Lyse-byfjorden der Laubuvannet kalkes. I nordvestlig retning er det noen vatn både rundt Surtekollen, Mosæteråsen og sør for Sandvikskollane der fiskebestandene er påvirket av forsuring.

Andebu Det er et lite forsuringsområde i Svartåavassdraget på grensa mot Larvik i vest, der noen bekker kalkes.

3.3.7 Telemark

Telemark har hatt en betydelig reduksjon i areal med forsuringsskadde fiskebestander i seinere år. Disse områdene dekker nå et areal på 780 km^2, eller en reduksjon på 56 % i forhold til skadearealet pr. 1990. Deler av Fyresdal og Nissedal i sørvest har fortsatt de største fiskeskadene.



Figur 10. *Områder med forsuringsskadde fiskebestander i Telemark pr. 2006. Areal under 15 km^2 er angitt som ett punkt.*

Det store sammenhengende forsuringsområdet som ble registrert i Sør-Norge på 1970-tallet omfattet også sørvestlige deler av Telemark (Sevaldrud & Muniz 1980). Dette dreide seg om vest-lige deler av Drangedal, hele Nissedal og Fyresdal kommuner, samt sørlige deler av Kviteseid sør for Bandak og litt av sørvestlige hjørne av Tokke og Vinje kommuner. I tillegg ble det registrert fem andre mindre områder, som i hovedsak låg i høyereliggende strøk på begge sider av Skiensvassdraget. Dette gjaldt (i) sørsiden av Skrimfjella i Skien, Siljan og Sauherad kommuner, (ii) et mindre område mellom Seljordsvatnet og Bandak i Seljord og Kviteseid kommuner, (iii) et større område på Lifjell som omfattet flere kommuner (Seljord, Bø, Notodden og Hjartdal), (iv) et mindre område på fjellet mellom Hjartdal og Tuddal og (v) Blefjell i Notodden kommune. På slutten av 1970-tallet var det fiskeskader innen et område som tilsvarte 36 % av fylkets totalareal. SNSF-prosjektet registrerte fiskestatus i 594 innsjøer. I ialt hadde 314

artspopulasjoner gått tapt, mens ytterligere 127 bestander hadde avtatt. Skadene omfattet i første rekke aure, men bestander av abbor og røye var også berørt.

Tidlig på 1980-tallet ble det foretatt en undersøkelse av vannkjemi og status hos aure i 229 høyere-liggende innsjøer i nord- og nordvestlige deler av Telemark. Det ble påvist flere områder med lav pH og skadde fiskebestander (Gulbrandsen m.fl. 1986). Reproduksjonssvikt syntes i første rekke å forekomme i de høyestliggende innsjøene. Dette gjaldt spesielt lokaliteter i fjellområdene øst og vest for Møsvatn, i øvre deler av Møravassdraget på Rauland kommunealmenning, i noen mindre innsjøer i Skarfjellområdet og sør for Langeidvatn på Hovden. Det ble presisert at levevilkårene for auren i mange av disse innsjøene var svært marginale pga klimatiske forhold. I en del innsjøer var den naturlige rekrutteringen svært begrenset eller helt fraværende, og disse bestandene ble opp-rettholdt vha utsettinger.

Forsuringsskadene på fiskebestander i Telemark fortsatte å øke på 1980-tallet (Hesthagen m.fl. 1994). Det ble registrert 931 aurebestander innen de aktuelle forsuringsområdene, og av disse var 340 tapt (36,5 %), 428 redusert (46,0 %) og 163 uendret (17,5 %). I tillegg var det opplysninger om 304 bestander av andre arter, som røye og abbor, med 20 tapte og 136 skadde bestander.

Telemark har fortsatt flere relativt store områder med forsuringsskadde fiskebestander (figur 10). Det er nå registrert fiskeskader innen et område på 780 km^2, som er en reduksjon på 56 % sammenliknet med arealet pr. 1990, Deler av Fyresdal og Nissedal i sørvest har fortsatt de største fiskeskadene pga forsuring (**tabell 9**).

***Tabell 9**. Kommunevis fordeling av areal med forsuringsskadde fiskebestander i Telemark pr. 2006.*

Kommune-nr	**Kommune**	**Areal** (km^2)
826	Tinn	0
834	Vinje	0
827	Hjartdal	4
831	Fyresdal	226
830	Nissedal	229
829	Kviteseid	52
828	Seljord	19
807	Notodden	57
817	Drangedal	59
822	Sauherad	28
821	Bø	18
819	Nome	0
806	Skien	67
811	Siljan	18
815	Kragerø	11
Alle		788

Tinn På 1980-tallet hadde noen innsjøer i nordvestlige deler av Tinn og i nordøstlige områder av Vinje en vannkvalitet som en antok var meget forsuringsfølsom (Skogheim m.fl. 1984). Innsjøene var ikke spesielt sure, med pH 5,19-6,63, men de var tildels svært ionefattige. I innsjøer i området rundt Sletteidvatni ble det rapportert om dårligere fiske og redusert forekomst av marflo og skjoldkreps (SFT 1983, 1984). De tre Sletteidvatna, Austre, Nordre og Vestre, ble prøvefisket høsten 1982. Alderssammensetningen hos auren i Vestre Sletteidvatn skilte seg vesentlig fra den i de to andre innsjøene, med en liten andel yngre fisk. En kunne derfor ikke utelukke effekter av forsuring på fisk og næringsdyr (marflo og skjoldkreps) i enkelte innsjøer i dette området. På basis av disse undersøkelsene ble det i 1984 satt igang kalking av Vestre

Sletteidvatnet om sommeren. I perioden 1986-2004 har til sammen fem innsjøer vært kalket i dette vassdraget (Skiensvassdraget), med spredning av kalk på isen. I de siste åra har både kvaliteten og størrelsen på auren i Vestre Sletteidvatnet vært svært god (Ola Dale Traen pers. medd.). Forekomsten av marflo og skjoldkreps synes også å være god. Med den generelle bedringen av vannkvaliteten i Sør-Norge i de siste åra, er det grunn til å anta at fisken i dette området ikke lenger er truet av forsuring. Sletteidvatna ligger også såvidt høyt (1303-1320 moh) at varierende rekruttering kan forventes på grunn av klimatiske forhold. Vannkvaliteten i vassdraget blir fortsatt overvåket av Fylkesmannen.

Det blir også kalket i noen få vatn på Blefjell, på grensa til Buskerud. Ved Søkjeenuten lengst i nord omfatter det Motjern (1102 moh) og de to nordligste Kroktjørnan litt lenger sør (Sigurd Stormoen pers. medd.). Videre blir Åklitjørnan (to stk i Telemark og to stk i Buskerud) og i Blomtjørn kalket. Det er imidlertid ikke fisk verken i Motjern, Kroktjørnan eller Blomtjern. Disse lokalitetene blir kalket for å bedre vannkvaliteten i innsjøer i Buskerud. Forsuringsskadet areal mht fisk på Blefjell i Telemark er derfor svært begrenset. Et par år på 1990-tallet ble også to innsjøer nord for Rjukan kalket; Ingulvstjørnan (Gunnar Barnevik pers. medd.). Disse lokalitetene har trolig aldri hatt stedegne aurebestander pga manglende gytebekker. Det ble overført villfisk fra Landsetvatnet, som ligger like nord for Ingulvstjørnan. Vannkjemiske målinger i seinere år tyder på at vannkvaliteten nå er bra, og området har trolig ikke lenger forsuringsskadde fiskebestander.

Vinje Tidligere var det registrert en nedgang i aurebestanden i Stavsvatnet (1030 moh) på Stavs-fjellet i sørøstlige deler av Vinje. Denne innsjøen inngår i Statlig program for forurensnings-overrvåking, og har vært prøvefisket i 1987, 1996, 2000 og 2005 (SFT 2006). Helt fram til 2000 synes det å være effekter på auren i innsjøen, idet bestanden var relativt tynn og med varierende rekruttering. Men i 2005 ble det påvist fisk i alle årsklasser mellom 2-6 år, og yngeltettheten på utløpet var også god. Vi tror derfor at denne bestanden ikke lenger er særlig påvirket av forsuring. Vannkvaliteten sommeren og høsten 2005 var god, med pH på 6,25/6,23 og alkalitet=23/25 µekv/L. Men innsjøen har fortsatt en del labilt aluminium, med 22-34 µg/L.

Hjartdal Det er et forsuringsområde øst og sør for Toreskyrja og Heddersfjellet i Digeråni/Skiens-vassdraget nord for Tuddal. Her ble Djupetjern, Svartetjern og Skjertjern kalket fram til slutten av 1990-tallet. Den stedegne aurebestanden i Djupetjern har gått tapt. Det ble satt ut kanadisk bekkerøye, og det er påvist reproduksjon (Håvard Kaasa pers. medd.). Vannkjemiske målinger tyder på at kvaliteten i disse innsjøene nå er tilfredsstillende. Heddersvatnet, som ligger i samme område, inngår i Statlig program for forurensningsovervåking. Innsjøen ble prøvefisket første gang i 1991, og den hadde da en meget tynn røyebestand (SFT 1992). Seinere ble vatnet prøvefisket i 1996, 2000 og 2004, som viste at det hadde vært en kraftig bestandsøkning etter 1991 (SFT 1997, 2001, 2005). Fangstutbyttet i 1996 var imidlertid betydelig høyere enn i 2000 og 2004. Det kan derfor ha vært varierende rekruttering i løpet av de siste 10 åra. Heddersvatnet har nå et lavt innhold av labilt Al. Vannkvaliteten er imidlertid fortsatt forsuringsfølsom, idet alkaliteten er lav. Men innsjøer i dette området er trolig ikke lenger særlig påvirket av forsuring. Lomtjern (875 moh) sør for Toin har også vært kalket (Håvard Kaasa pers. medd.). I både Store og Vesle Elgtjern sør for Sjåvatnet har for øvrig kanadisk bekkerøye etablert seg.

Fyresdal Det er fortsatt betydelige forsuringsskader på fiskebestander i Fyresdal. Fiskebestandene i de to store innsjøene Nesvatnet og Fyresvatnet blir ikke vurdert som forsuringsskadet. Fyresvatnet ble kalket med båt i 1997, mens Nesvatnet har blitt kalket via innsjøer i nedbørfeltet siden første del av 1990-tallet (Finn Johansen pers. medd.). Vest for Fyresvatnet er det et forsuringsområde som strekker seg fra Ramsvatnet og sør-over til Birtevatnet, og i vest til fylkesgrensa mot Aust-Agder. Størrelsen på området er beregnet til rundt 90 km^2. Flere innsjøer i dette området blir kalket. Blant disse ble Øyarvatnet og Sandvatnet prøvefisket høsten 2001, og de hadde da middels tette aure-bestander (Hesthagen & Hindar 2002). Mjåvatnet og Grøssæ vest for Øyarvatnet og Birtevatnet, som er grensevatn til Valle i Aust-Agder, har relativt gode aurebestander. Tussetjern sørøst for Ramsvatnet i Fyresdalsåni/Arendalsvassdraget

inngår i Statlig program for forurensnings-overvåking. Vatnet ble prøvefisket første gang i 1997, og det hadde da en svært tynn aurebestand (SFT 1998). Fram til 2003 hadde det vært en klar bestands-økning, og flere aldersgrupper var representert (SFT 2004). Men Tussetjern har fortsatt en forsur-ingsfølsom vannkvalitet, med lav pH (5,5), lavt innhold av næringssalter (0,4-0,5 mg Ca/L) og lav alkalinitet (4-11 µekv/L).

Det er også et forsuringsområde ved Øyvassfjell øst for søre del av Nesvatnet. Her er flere innsjøer kalket, blant annet Øyvatnet og Fiskevatnet. Skadearealet i området er beregnet til 12 km^2. Det er også et stort forsuringsområde øst for Fyresvatnet, som strekker seg fra Strondtjern og Smedalsfjellet og trolig sørover til Holmevatnet. Videre er det et forsuringsområde øst for nordre del av Fyresvatnet og nordvest for Napevatnet. Lenger nord er det et forsuringsområde i fjellstrøkene nord for Rolleivstadvatnet/Husstøylvatnet. Her er Valevatnet største innsjø. Her har et stort antall vatn inngått i kalkingen. I nordre del av kommunen er det et forsuringsområde fra Øyulvsvatnet og østover der flere vatn er kalket. Fiskebestanden i Kjøpvatnet i nordvest har også vært skadet. Innsjøer blir kalket i privat regi. Fiskebestanden i Brårvatnet i nordøst er fortsatt forsuringsskadet. Innsjøen inngår i Statlig program for forurensningsovervåking. Målinger fra 2004 viste en noe forsuringsfølsom vannkvalitet, med lav pH (5,78), lav alkalitet (4 µekv/L), men lite labilt Al (11 µg/L) (SFT 2005). Den stedegne aurebestanden i Brårvatnet var enten helt tapt eller sterkt redusert som følge av forsuring. Tidlig på 1990-tallet ble det satt ut fisk i innsjøen, og sommeren 2006 ble det påvist yngel i en gytebekk for første gang på over 40 år (Torgeir Lien pers. medd.). Sundsvatnet og Mjåvatnet lengre øst har nå gode fiskebestander.

Det blir rapportert om bestandsøkninger hos aure flere steder i Fyresdal, som trolig skyldes at vannkvaliteten har blitt bedre. Men det foregår en stor offentlig kalkingsaktivitet i kommunen, samt noe i privat regi. I tillegg blir det satt ut fisk i relativt mange innsjøer. Det er derfor vanskelig å vurdere om det skjer en naturlig gjenhenting av fiskebestander i kommunen.

Nissedal I nordvestlige deler er det et forsuringsområde rundt Øyvatnet og Lytingsvatnet. Lenger sør er det et annet område rundt Gråstakketjørnane, som strekker seg sørover til Myrbutjørnane og østover til Fyresdal. De fleste innsjøene i dette området er små og flere har trolig aldri hatt fisk. Det er også et forsuringsområde fra sørsiden av Ånundsbufjellet og nedover til Stordalsheia. Her blir blant annet Ervedalsvatnet, Nordvatnet og Gloppevatnet kalket. Disse tre innsjøene ble prøvefisket høsten 2001, og hadde da tynne aurebestander (Hesthagen & Hindar 2002). Det er også et forsuringsområde i sørøstligste deler av Nissedal. I tillegg er det trolig flere vatn lenger nord som fortsatt har et forsuringsproblem, men dette dreier seg i hovedsak om mindre lokaliteter. Øst for Nisser er det et stort og mer eller mindre sammenhengende forsuringsområde, med store fiskeskader. Her har det vært en omfattende kalkingsaktivitet gjennom lengre tid. Det er også et stort antall innsjøer i området, bortsett fra i nordøstlige strøk. Måvatnet, Kleppsvatnet (grensevatn til Drangedal), Breidlivatnet, Holmevatnet og Hakjorsvatnet er de største innsjøene. Her ble tre kalkede innsjøer prøvefisket høsten 2001; Svinsundvatnet, Buvatnet og Kjempåsvatnet (Hesthagen & Hindar 2002). Resultatet viste at lokalitetene hadde meget tynne aurebestander.

Kviteseid Det er et forsuringsområde i sørvestlige deler med kalking i flere vatn; fra Røyningsvatnet til Grimvatnet. Videre er det forsuringsområder både nord for Vråvatnet og nord for nordlige deler av Kviteseidvatnet, som blant annet omfatter Heivatnet og Langesjå.

Seljord På Lifjell i sørøstlige deler er det et mindre forsuringsområde med skader på fiskebestander. Her blir flere innsjøer kalket, blant annet Hønsevatni nord for Astridnatten og Årstaultjern sørvest for Tjorbufjellet. Innsjøene i dette området ligger i hovedsak over 1000 moh. Aurebestand-ene i disse lokalitetene kan derfor også være begrenset av klimatiske forhold eller beskaffenheten til gytebekkene.

Notodden I fjellområdene Tjorbufjellet, Slettefjellet og Himingen er det et forsuringsområde med fiskeskader. Her er det flere vatn som kalkes; de sør for Himingen (Ø. Himingtjern og

Kringletjern), sør for Dyrdalstulen (Mjeltetjern og Skardtjern) og de ved Sunnstulnuten (Sunnstulvatnet, Orme-tjern). Nord for Flætebakkfjellet blir Nordstulvatnet og Sønstevatnet kalket. I fjellområdet nordøst for Follsjå på grensa mot Buskerud ligger et annet relativt stort forsuringsområde, der nærmere 20 innsjøer er kalket. Tidligere var det også kalking i Sønstevatnet, Damvatnet, Aurstjørna og Bolkesjø nordøst og nordvest for Follsjå. Fisken i dette området har trolig ikke lenger noe forsur-ingsproblem.

Drangedal I sørlige deler, mot Gjerstad i Aust-Agder, ligger et større forsuringsområde. Her er også noen innsjøer kalket. Det samme gjelder flere innsjøer på Grunntjernfjell/Storfjell. Fiske i en del innsjøer i området vest for Nedre Tokke ble også forsuringsskadet. En del av disse lokalitetene er nå kalket. Det er trolig også et skadeområde mot Nissedal i vest, men dette består i hovedsak av små innsjøer.

Nome Det er ikke kjent at noen fiskebestander i Nome har forsuringsskader. Det er forsterknings-utsettinger i noen vatn i Landsmarka, men det er trolig ingen bestandsreduksjoner som kan relateres til forsuring (Bjørn Erik Lauritsen pers. medd.). I Gangsjå utviklet aurebestanden seg fra middels tett til tynn på 1990-tallet, uten at årsaken er kjent.

Bø I nordvest er det et mindre forsuringsområde på Nybufjellet/Skåråfjellet. Her kalkes minst åtte innsjøer, som i hovedsak er lokalisert 950-1050 moh. I et område i vest blir Solbjørvatnet, Skards-dalstjern, store Svarttjern (alle grensevatn til Sauherad), Kirsdalstjern og vesle Svarttjern kalket.

Sauherad I nordvest kalkes Solbjørvatnet, Skardsdalstjern og store Svarttjern, som grenser til Bø kommune. I Tveitvatnet sør for disse innsjøene er den stedegne aurebestanden forsvunnet. I en periode var abboren også nesten utryddet, men seinare har bestanden økt og den er nå tett. Tveitvatnet er regulert til kraftproduksjon. I nordlige områder har forsuringen forårsaket skader på fiskebestander i Sveinsbufjellet. Fiskebestandene i Monsvatnet og Holmevatnet lenger sør er derimot ikke skadet. Litt lenger sør har flere vatn mellom Taklåsåsen og et stykke sørover skadde fiskebestander pga forsuring. Det samme gjelder for innsjøer øst for nordlige deler av Nordsjø (øst for Liagrend). Tidligere ble flere innsjøer i dette området kalket, mens det nå bare omfatter Igletjern og Bånetjern.

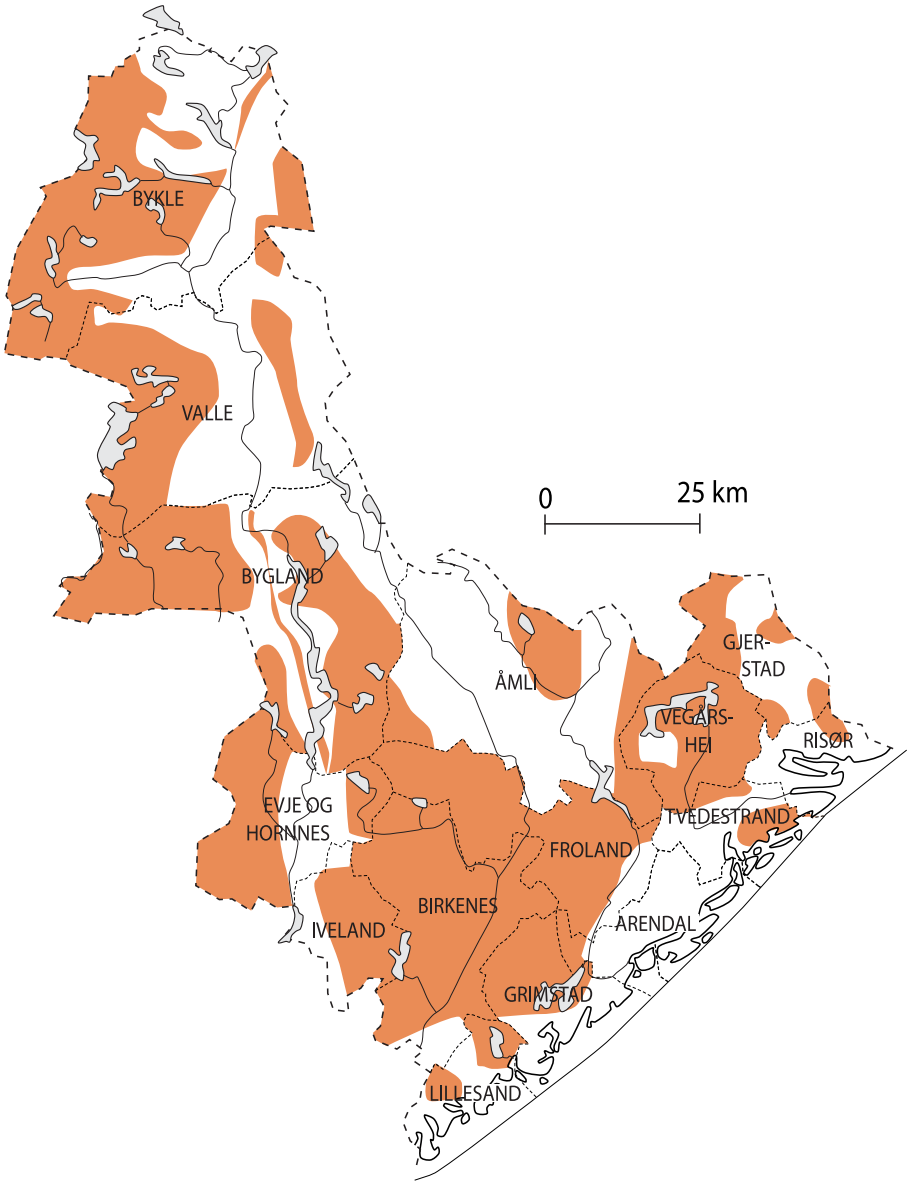
Skien Nordlige og nordvestlige deler har fortsatt omfattende skader på fiskebestander pga sur nedbør. Området mellom de to store innsjøene Økteren og Fjellvatnet og Sauherad er nærmest sammenhengende skadet. Området er blant de som har vært kalket aller lengst i Norge. Steinbru-vannet ble forsøksvis kalket allerede i 1967 i regi av Grenland Sportsfiskere (Finn Johansen pers. medd.). Dette var følgelig et pionerprosjket innen den moderte kalkingen her i landet. På 1970-tallet ble det satt i gang regulæ kalkingen i dette området, og kalkingen har vært betydelig gjennom lang tid. En del av de aktuelle lokalitetene har ikke vært kalket etter 2003.

Sijlan Forsuringsområdene begrenser seg til nordøstlige deler av kommunen. Raudberen i nordøst hadde en tynn aurebestand på 1970-tallet, men etter kalking har den blitt middels tett. Denne innsjøen har også en tett abborbestand. Lenger sør er det flere vatn som kalkes, fra Kolsvatnet/Årumvatnet og til Venevatnet og Stubbekolltjern. Movatnet nordøst for Gorningen og Lometjern nordvest for Sporevatnet blir også kalket. Kalkingen er foreløpig avsluttet i Venevatnet, Movatnet og Kringlevatnet. Før kalking var de fleste aurebestandene i området redusert, men de har nå enten blitt middels tette eller tette. Det blir satt ut aure i flere vatn i området. Noen innsjøer har også abbor. Det er rapportert om bestandsstatus for aure i 19 ikkekalkede innsjøer. Blant disse har bare en lokalitet tynn bestand, som er Gorningen der det også fins abbor. De andre innsjøene har middels tette eller tette aurebestander. Det er for øvrig flere andre innsjøer med abbor som også har bra med aure. De fleste ikke-kalkede innsjøene i området har alltid hatt gode eller middels tette fiskebestander. Det viser at området har en god vannkvalitet.

Kragerø Det er noen mindre forsuringsområder i østlige og sørøstlige områder. Her har minst 10 innsjøer vært kalket, men etter 2004 har dette bare omfattet Gunnulfsvatnet. Det synes nå å være små forsuringsskader på fiskebestander i Kragerø.

3.3.8 Aust-Agder

Det er fortsatt store fiskeskader pga forsuring i Aust-Agder, med et berørt areal på 3.718 km^2. I løpet av de siste 15 åra er skadearealet er redusert med 300 km^2, som spesielt omfatter deler av Tovdalsvassdraget.



Figur 11. *Områder med forsuringsskadde fiskebestander i Aust-Agder pr. 2006.*

På 1970-tallet hadde Aust-Agder forsuringskadde fiskebestander innen 90 % av sitt totalareal, mens 57 % var totalskadet (Sevaldrud & Muniz 1980). De få områdene uten fiskeskader omfattet øvre deler av Setesdal, deler av Bykle og i kystkommunene Hisøy, Øyestad, Moland og Risør. Fiskebestandene i de tre fjellkommunene Bygland, Valle og deler av Bykle var særlig hardt rammet. Men fisken i innsjøer i flere lavereliggende kommuner, som Åmli, Evje og Hornnes og Birkenes var også betydelig skadet. Det ble samlet opplysninger om 921 aurebestander, og av disse var 232 gode (25,2%), 214 tynne/reduserte (23,2%) og 475 tapte (51,6%). I 23 av de undersøkte innsjøene hadde det aldri vært fisk.

Aust-Agder har fortsatt store forsuringssskader på fisk i innsjøer, med et berørt areal på 3.718 km^2 (**tabell 2 & 10, figur 11**). Men i løpet av de siste åra er skadearealet redusert med rundt 300 km^2, som i stor grad omfatter deler av Tovdalsvassdraget.En gjennomgang av fiskestatus i fjellområdene i Aust-Agder viser betydelige skader (Enge 2008a).

***Tabell 10**. Kommunevis fordeling av areal med forsuringsskadde fiskebestander i innsjøer i Aust-Agder pr. 2006.*

Kommune-nr	**Kommune**	**Areal** (km^2)
941	Bykle	537
940	Valle	487
938	Bygland	735
929	Åmli	165
937	Evje og Hornnes	202
935	Iveland	117
926	Lillesand	46
928	Birkenes	482
904	Grimstad	125
919	Froland	389
906	Arendal	22
914	Tvedestrand	43
912	Vegårshei	227
901	Risør	19
911	Gjerstad	122
Alle		3.718

Bykle På slutten av 1970-tallet registrerte SNSF-prosjektet fiskestatus i 104 innsjøer i Bykle (Sevaldrud & Muniz 1980). Av disse lokalitetene hadde bare 28 fortsatt gode aurebestander (27%), mens fisken var utryddet i 43 innsjøer. Det var gode fiskebestander i vatna rundt Hovden og i nordlig og vestlig retning. Dette skyldtes at disse områdene hadde en relativt god vannkvalitet pga kalkrik berggrunn. I Bykleheiene vest for hovedvassdraget (Otra) var derimot fiskebestandene nærmest totalskadet på slutten av 1970-tallet. Det var også tapte og sterkt reduserte aurebestander i fjellområdene øst for Otra. Idag er det bare aurebestandene fra Skyvatn og nordover som ikke blir vurdert som forsuringsskadet (Tom Arild Homme pers. medd.). I alle større regulerte innsjøer noe lenger sør er det nå middels tette eller tette bestander. Dette gjelder blant annet Vatndalsvatnet, Ormsavatnet, Store Førsvatnet, Hartevatnet og Breidvatnet. I mellomliggende områder blir fiske-bestandene fortsatt vurdert som forsuringsskadet. Det er også en del lokale variasjoner i vann-kvaliteten. Bekker som f eks drenerer til Breidvatnet fra vest har bedre vannkvalitet enn de som kommer fra øst. Ellers har ikke Bykle noen større områder der fiskebestandene er gjenhentet etter å ha vært forsuringsskadet (Tom Arild Homme pers. medd.). Unntaket kan være enkelte lokaliteter i Bykles austhei, som Hartevasstjørni og Auversvatnet øst for Hartevatnet. Hartevasstjørni var tidligere fisketomt, men har nå en levedyktig aurestamme etter tidligere utsettinger. I Auversvatnet har fiskebestanden utviklet seg fra tynn til middels tett i løpet av de siste åra. Aurebestanden i ytre Gjuvvatnet (1119 moh) lenger sør har også hatt en positiv utvikling i seinere år. Innsjøen hadde bare en restbestand (sporadisk forekomst) i den verste forsuringsperioden. I løpet av 1990-tallet økte bestanden noe, men den blir fortsatt vurdert som tynn. Det har ikke vært utsettinger i denne innsjøen, så gjenhentingen så langt har skjedd naturlig. De fleste aurebestandene øst for Otra må fortsatt vurderes som forsuringsskadde. Dette området har relativt få innsjøer. Vest for Otra, fra Bykle-heiene og vestover til Blåsjø, antas å representere et sammenhengende område med fiskeskader (Tom Arild Homme pers. medd.). I Bykle har få lokaliteter vært kalket, bortsett fra Botsvatnet og tilløpsbekker til Kringlevatnet og Smalevatnet (1989-95).

Valle På slutten av 1970-tallet var de fleste innsjøene vest for Otra stort sett fisketomme (Sevaldrud & Muniz 1980). Dette området omfatter deler av Njardarheim, med det store reguleringsmagasinet Rosskreppfjorden lengst vest. Prøvefiske i to innsjøer og elfiske i flere tilløpsbekker nord og øst for Rosskreppfjorden i 2003 viste manglende forekomst av aure, bortsett fra i en bekk (Enge 2003).I løpet av de seinere åra har det skjedd en viss bedring av fiskebestandene i Valle. Dette skyldes både kalking, fiskeutsettinger og naturlig gjen-henting pga bedre vannkvalitet (Torjus Uppstad pers. medd.). Det er innhentet opplysninger om status for 52 fiskebestander, og 34 av disse lokalitetene er direkte eller indirekte kalket. Flere av disse kalkings-prosjektene er nå avsluttet. I perioden 1990-2004 har det vært fiskeutsettinger i 5 av de 18 ikke-kalkede innsjøene. Men utsettingene synes ikke å ha hatt noen avgjørende betydning for bestands-utviklingen disse innsjøene. Det har skjedd en naturlig gjenhenting hos minst 15 aurebestander i Valle kommune i løpet av de siste åra (Torjus Uppstad pers. medd.). Dette er innsjøer som verken er kalket eller påvirket av kalking, og det har vært satt ut fisk i bare 1-3 av lokalitetene. De aktuelle bestandene har utviklet seg fra enten tapte, sporadiske/tynne til middels tette/tette. Disse innsjøene ligger spredt innen kommunen og arealmessig utgjør de derfor et lite område. I Stavvatnet øst for hovedvassdraget har aurebestanden utviklet seg fra tynn rundt 1980 til middels tett fram til midten av 1990-tallet. Noe lenger øst har aurebestandene i Gjuvvatnet og Saksundvatnet økt i de siste åra, og de blir nå vurdert som middels tette/tette. Begge innsjøene er noe påvirket av kalking lenger oppe i vassdraget. Men dette er bare noe skjellsandkalking som neppe har påvirket vannkvaliteten i særlig grad (Dag Matzow pers. medd.). Fiskebestandene i høyereliggende innsjøer øst for hoved-vassdraget er trolig fortsatt forsuringsskadet. I Heimre Mjåvatnet er blant annet aurebestanden fortsatt tynn. Rundt 1975-80 var denne innsjøen trolig nærmest fisketomt, men i seinere år har bestanden vært økende (2003-04). Det blir nå tatt noe småfisk i denne innsjøen. Det har ikke vært satt ut fisk, så gjenhentingen må skyldes økt naturlig rekruttering. Det er usikkert om innsjøen hadde en restbestand eller om det var fisk fra høyereliggende områder har etablert seg (f eks fra Austre Mjåvatn). Det er ikke kjent at det har vært satt ut fisk i denne innsjøen. Det har vært kjørt inn litt kalk til både Austre og Heimre Mjåvatn, men effekten blir vurdert som ubetydelig. Derimot har aurebestandene i laverliggende innsjøer lengst øst utviklet seg fra tynn til tett i løpet av de siste åra. Dette gjelder blant annet Timbervikvatn, der det heller ikke har vært satt ut fisk i seinere år. Straumsfjorden og nærliggende innsjøer i Tovdalsvassdraget i sørøst har nå middels tette eller tette aurebestander. Derimot har fiskebestandene innsjøer vest for hovedvassdraget fortsatt betydelige forsuringsproblemer. Området strekker seg helt til Rosskreppfjorden, som er grensevatn til Sirdal kommune i Vest-Agder. Her har det vært omfattende utsettinger av kanadisk bekkerøye etter reguleringen i 1969, med 13.000 individ pr. år. Men fra og med 2005 er det ikke lenger tillatt å sette ut denne fremmede fiskearten i norske vassdrag.

Bygland Det er fortsatt store fiskeskader pga forsuring i Bygland. Imidlertid har flere bestander i ikke-kalkede innsjøer økt kraftig i løpet av de siste åra (Arne Vethe pers. medd.). Denne gjenhentingen har først og fremst skjedd i øvre deler av Tovdalsvassdraget, fra Straumsfjorden og sørover. Innsjøer i dette området og videre nedover vassdraget hadde restbestander av aure gjennom den verste forsuringsperioden. Dette skyldes at deler av nedbørsfeltet har opprettholdt en relativt gunstig vannkvalitet. Det er ikke kjent at det har vært fiskeutsettinger i dette området etter 1990. På 1970-tallet og fram til rundt 1990 hadde innsjøene i dette området tynne og skadde aurebestander (Knut G. Austad pers. medd.) Men siden midten av 1990-tallet har disse fiskebestandene blitt vurdert som relativt tette. Dette gjelder bestandene i Straumsfjorden og innsjøer videre nedover vassdraget; som Hjeddevatnet (Hjellevatnet), Svoletjørn, Veddbraut, Kilsvatnet, Vånarosen, Kjætebuvatnet og Topsæ. Rundt 1980 hadde Topsæ en tynn aurebestand, men fram til 1992/93 utviklet den seg til middels tett. Siden rundt år 2000 har aurebestanden i denne innsjøen vært karakterisert som tett (Olav Øygarden pers. medd.). Sveigshyl og Furebuvatnet sørøst for Topsæ har henholdsvis en tett og en middels tett aurebestand (Olav Øygarden og Torbjørn Haugen pers. medd.). I Sveigshyl har det vært fanget fisk og satt ut i fisketomme tjern i området mellom Årdalen og Setesdalen (Arne Vethe pers. medd.). I de siste åra har aurebestandene i Mjåvatnet og i Grøssæ litt lenger øst i Tovdalsvassdraget også hatt en positiv utvikling. På 1970-tallet hadde Grøssæ en tynn aurebe-

stand, mens den nå blir vurdert som middels tett (Åsmund Fjellheim pers. medd.). Bestanden blir nå karakterisert som svært god, og på garn blir det fanget fisk på 0,5-2,0 kg.

Hele området lenger sør og øst for hovedvassdraget til Otra blir vurdert som forsuringsskadet, som blant annet omfatter reguleringsmagasinet Hovatnet (691 moh) (Arne Vethe pers. medd.). Her er det fremdeles noe bekkerøye. Men etter at utsettingene opphørte er arten i ferd med å forsvinne. Magasinet har også en tynn aurebestand av fin kvalitet, der reproduksjonen trolig er begrenset til en bekk. I denne innsjøen foretas det jevnlige utsettinger av aure. Videre vest og sørover blir Bås-vatnet kalket, mens kalkingen av Vætingstjørn ble avsluttet i 2003 (Arne Vethe pers. medd.). Den siste lokaliteten drenerer til Grunnevatna, der det ble lagt ut skjellsand i gytebekker for 15-20 år siden. Seinere har det utviklet seg en relativt tett bestand i dette vatnet. Noe lenger sør blir Stråndevatnet, Torebuvatnet og Vøylevatnet kalket. De to sistnevnte innsjøene var fisketomme inntil 2002, da det ble satt i gang kalking og utsetting av fisk (Hesthagen m.fl. 2006a). Vannkjemiske målinger viste at tidligere var vassdraget sterkt forsuret. I Vøylevatnet er aurebestanden i en reetableringsfase. I området Gråfjell/Gruddefjell lenger sør blir flere innsjøer kalket, samt Tjørnstøl-vatnet og Valbjørgvatnet.

Fiskebestandene i vestlige deler av Bygland må fortsatt vurderes som sterkt forsuringsskadde. I Håvestøylvatnet, Mandalsvassdraget, var det trolig en restbestand av aure (Enge 2006). Imidlertid har det vært satt ut fisk i området, som kan ha spredt seg til denne innsjøen. Lenger ble det fisket i Lykkjevatnet, Røynlivatnet og Røynlitjørn uten å få fisk. I flere vatn vest for Åraksfjorden har det vært skjellsandkalking i flere år, som i Skåvatnet (2 år), Kikjevatnet (5 år) og og Reiårsvatnet (10 år). Alle disse lokalitetene har nå fin fisk, men bestandene er trolig fortsatt tynne. Dette gjelder i alle fall Skåvatnet (Arne Vethe pers. medd.) I Gyvatnet helt i sørvest var det skjellsandkalking for 10-15 år siden, og her skal aurebestanden nå visstnok ha tatt seg kraftig opp. Auren i innsjøer mot Badstogfloni i øvre deler av Mandalsvassdraget er også i ferd med å reetablere seg. Men i lokaliteter lengst vest er reetableringen fortsatt i en startfase. Det samme gjelder de i øvre deler av Mandalsvassdraget, som vestre og austre Langsvatnet. For rundt 10-12 år siden ble det satt ut henholdsvis 2.000 og 1.200 villfisk fra Birkelandsvatnet i disse to innsjøene (Kjell Larsen pers. medd.). Det ble også lagt ut kalkgrus (mergel) i bekken fra Moldedalen, og her ble det registrert yngel rundt 2001-02. I tilknytning til austre Langsvatnet ble det lagt ut kalkgrus i elva fra Heddebutjønn, men her er det enda ikke påvist gyting. Fra både Austre og Vestre Langsvatnet rapporteres det nå om gode garnfangster, og det er ikke uvanlig med fisk på 1½ kg. Rundt 2000 ble det satt ut 2-somrig settefisk i Store Troget, som er lokalisert nedstrøms Vestre Langsvatnet. En må også anta at fisk fra Vestre Langsvatnet vil vandre ned i Store Troget, der det ble det tatt fisk på ½ kg i 2002. I et mindre tjern rett sør for Austre Langsvatnet er det også satt ut fisk og gjort gjenfangster (Kartreferanse: 085-300). I Myrkveven vest for Vestre Langsvatnet ble det satt ut en del villfisk på midten av 1990-tallet. To år etter første utsetting ble det tatt fisk på ½ kg. Her ble innløpet også kalket. Seinere har det ikke vært tatt fisk her, noe som tyder på at den utsatte fisken døde ut pga dårlig vannkvalitet. Det er ikke satt ut fisk i flere innsjøer i området, som i Heddebutjern og Flysgyvatnet. I Lognadalsgreina i Mandalsvassdraget øst for Langsvatna er det i seinere år satt ut aure fra Birkelandsvatnet. Ved Ånebjør og Lomkilen er det nylig tatt aure på henholdsvis 1 og 2 kg (Kjell Larsen, pers. medd.). Det er ikke kjent om det foregår naturlig rekruttering i denne delen av vassdraget. Fiskebestandene i sørvestlige deler av Bygland blir også vurdert som forsuringsskadde. Dette omfatter fjellområdene i Bergdalsheii og Krubba og i Spranget, Sandvikfjellet og Sandtjørn-heii.

I 2005 ble det foretatt fiskebiologiske undersøkelser i Logn i Mandalsvassdraget nær grensa til Valle (Enge 2006a). I Lykkjavatnet, Røynlivatnet og Røynlitjørn ga prøvefisket negativt resultat. I Håvestøylvatnet lenger ned i vassdraget ble det tatt ni aurer på én Jensen garnserie. Her overlevde trolig en restbestand av aure forsuringen. Det ble sett aure i Sendingfetbekken på 1980-tallet, som er det siste stedet hvor det ble observert fisk i dette området. Det ble også satt ut fisk oppstrøms Håvestøylvatnet rundt 1985. En kan derfor ikke utelukke at fisken har vandret nedstrøms og etablert seg i innsjøen.

Bleka i Byglandsfjorden er sterkt truet av vassdragsregulering og forsuring (Barlaup m.fl. 2005). I åra 1968-71 skjedde det en dramatisk nedgang i blekebestanden, trolig pga av Brokkereguleringen og økt forsuring. Etter et begrenset inntak av stamfisk og utsetting av yngel og utlegging av befruktet rogn, er blekebestanden nå trolig reddet. Men undersøkelser i de siste åra viser at bleka i Byglandsfjorden fortsatt har svært lav naturlig rekruttering. Innsjøen må derfor inkluderes som en del av skadeområdet for fisk i Bygland. Bleka står på den norske rødlista over truede arter eller bestander (Nedreaas m.fl. 2006).

Åmli På slutten av 1970-tallet hadde Åmli omfattende fiskeskader pga forsuring, idet 88 av 141 registrerte aurebestander (62%) hadde gått tapt (Sevaldrud & Muniz 1980). Tovdalselva og Nidelva renner gjennom henholdsvis vestlige og østlige deler av Åmli kommune. Gjøv er ei større sideelv til Nidelva, som munner ut ved Gjøvland. I løpet av de siste 10 åra har fiskebestandene i deler av kommunen vist en tydelig bedring. Dette gjelder spesielt innsjøer i Tovdalsvassdraget, som omfatter områder fra Årdalen/Storåna og nedover. Her har det nå blitt tette aurebestander i Vrålstadvatnet, Breifjordbukti og Tveitvatnet. Bestandsutviklingen hos auren i Tveitvatnet har vært studert gjennom flere år (Hesthagen & Rosseland 2006). Våren 1975 inntraff det en omfattende fiskedød flere steder i øvre deler av Tovdalsvassdraget, inkludert Tveitvatnet. I regi av SNSF-prosjektet ble innsjøen prøvefisket første gang i 1976. Til tross for fiskedøden ett år tidligere hadde innsjøen på det tids-punktet fortsatt en middels tett aurebestand. Tveitvatnet hadde tidligere også abbor, men bestanden gikk tapt på 1960-tallet. Innsjøen ble prøvefisket hvert år i perioden 1977 til 1981, deretter i 1983 og 1991. Aurebestanden døde ut rundt 1980, for i både 1983 og 1991 ga prøvefisket negativt resultat. På midten av 1990-tallet begynte aurebestanden i Tveitvatnet å reetablere seg (Eivind Hillestad pers. medd.). Denne prosessen skjedde raskt, for allerede i 2000 var bestanden relativt tett (Hesthagen & Rosseland 2006). For å bedre fiskens kvalitet og øke størrelsen, har Tovdal Fiskarlag drevet utfisking med garn og ruser i flere år.

Det er også noen forsuringsskadde fiskebestander i et mindre område i sørvestlige deler av Åmli, på grensa mot Bygland og Froland. Derimot er det ikke fiskebestandene i innsjøer mellom Tovdal og Gjøvdal lenger vurdert som skadde (Eivind Hillestad pers. medd.). Men auren har dårlig naturlig rekruttering i de fleste lokaliteter i dette området. I Nasvatnet settes det nå ut rundt 3.000 settefisk pr. år, men store deler av innsjøen har fortsatt alt for lite fisk (Eivind Hillestad pers. medd.). Aurebestanden har dog tatt seg kraftig opp i løpet av de siste åra. I 2005 ble det f eks tatt 17 aure på ett garn (Kai Åge Kristiansen pers. medd.). Denne aurebestanden var også avhengig av utsettinger tidligere, med blant annet en utsetting av 40.000 yngel i 1934 (Eivind Hillestad pers. medd.). Rukkevatnet i nord-vest var en av få innsjøer i området der fisken greide seg bra gjennom den verste forsuringsperioden. Fiskebestandene i dette området er heller ikke lenger vurdert som skadde. Elva Gjøv lengre øst har nå en god aurebestand. Her har størrelsen på fisken vært rundt 100-150 gram, men den er nå avtakende fordi bestanden etter hvert har blitt mye tettere (Oddbjørn Haugli pers. medd.). Gjevden i nord har også en god aurebestand. Derimot er Måvatnet lenger sør fortsatt fisketomt. I sør og sørvestlig retning har en del innsjøer vært kalket, og det er satt ut fisk. I sør blir Mjonevatnet kalket, som drenerer til Nelaug i Arendalsvassdraget. Denne innsjøen har aure, abbor og sik, mens røye og bleke trolig har forsvunnet pga forsuring (Kleiven m.fl. 2005).

Evje og Hornnes Det ligger et større forsuringsområde øst for Otra, fra helt i nord og sørover til Krokvatna. Her blir flere innsjøer kalket, med Høvringsvatnet som den største lokaliteten. Innsjøen drenerer til Tovdalsvassdraget, og flere lokaliteter lenger nedover påvirkes av kalkingen. Det gjelder for eksempel Storøygardsvatnet, Vikestølvatnet og Lislevatnet (grensevatn til Birkenes). Allerede tidlig på 1970-tallet gjennomførte Kalleberg omfattende kalking med skjellsand og kalkgrus i dette området (Dag Matzow pers. medd.). Oppstrøms Høvringsvatnet og i Vatnedals-greina og i Øvre Skjeggedal er det fortsatt fisketomt ovenfor kalkdosererne (Dag Matzow pers. medd.). Dette er tre hovedgreiner i Uldalsvassdraget, som er vestre grein av Tovdalsvassdraget, der det er lite kalking. På vestsida av Otra er det også innsjøer med betydelige fiskeskader, og her blir flere lokaliteter kalket. Dette gjelder blant annet Vetrehusvatnet og Mjåvatnet i nord og Dåsvatnet i midtre deler, mens det i sørlige deler gjelder Stålevatnet,

Store Olasvatnet og Ørnelivatnet. Stålevatnet var fisketomt før kalkingen i 1998 (Hesthagen m.fl. 2006a). I Dåsvatnet (drenerer til Otra) ble de to innløpsbekkene kalket i perioden 1983-2002 (Hasså Hannås pers. medd.). I 2004 ble det for øvrig bygd et småkraftverk i den største innløpsbekken til innsjøen. Vinteren 1999/2000 ble det lagt ut befruktet blekerogn i utløpet og i innløpsbekkene, og innsjøen har nå en tynn blekebestand. I Dåsvatnet har det også vært fanget merket bleke, som sannsynligvis stammer fra utsettinger i Otra. Dåsvatnet har nå en tett aurebestand, noe som skjedde fra midten av 1990-tallet og utover. Her ble det igangsatt bekkekalking i Litjbekk, Storbekk og Ykseåna i 1988. Dåsvatnet og Dåsåna er fortsatt svært sure (Dag Matzow pers. medd.). Ved et prøvefiske i 1991 ble det påvist en relativt tynn aurebestand, mens bleka trolig var utdødd (Kleiven & Håvardstun 1997). Vannstrengen fra Gunnarsvatnet, Bjørndalsvatnet, Kosvatnet og Myklevatnet blir også kalket, og disse lokalitetene har nå relativt tette aurebestander (Abusland 1999). Alle disse innsjøene drenerer til Mandalsvassdraget. Breiflå (Otra) har en tett aurebestand, mens abbor-bestanden vurderes som middels tett (Stein Uleberg pers. medd.). Lokaliteten har også en god bestand av bleke.

Iveland Hele kommunen må regnes som et nærmest sammenhengende forsuringsområde, bortsett fra hovedvassdraget i vest (Otra). Det foregår fortsatt en del kalking i Iveland, spesielt med skjellsand i tilløpsbekker (Per Belland og Helge Lunden pers. medd.). De fleste innsjøene er derfor enten kalket eller påvirket av kalking. I vestlige deler er det en doserer oppstrøms Birketveitvatnet, i tilløpsbekker til Grossåsvatnet og Stemtjørn er det lagt ut skjellsand (Per Belland pers. medd.). Østlige deler av Iveland drenerer til Ogge og Tovdalsvassdraget, der alle større innsjøene blir kalket. For Eielandsvatnet blir det benyttet mergel i bekken fra Ramstadtjern (Helge Lunden pers. medd.). For Mjålandstjørnane blir bekken fra Mjåland kalket. Noslebuvatnet sør for Mjålandstjørn-ane var fisketomt inntil kalking og utsetting av fisk rundt 2002 (Øystein Mjåland pers. medd.). Måvatnet nord for Skarkåsen er fortsatt fisketomt. I Ogge har det vært en omfattende kalkings-aktivitet siden 1996 (Hindar 2005). Det har vært gjennomført fiskebiologiske undersøkelser i ulike deler av innsjøen både før kalking (1995) og etter kalking (1997, 1998, 2002 og 2004) (Hesthagen m.fl. 2005).

Lillesand Innsjøer nord for Lillesand er forsuret med skadde fiskebestander, som blant annet omfatter Vestre og Østre Grimevannet. I 1989 fantes det fortsatt aure, røye, lagesild, abbor og tre-pigget stingsild i Vestre Grimevannet. Østre Grimevannet var derimot fisketomt (Kleiven & Håvardstun 1997, Kleiven 1998, Kleiven m.fl. 2004). I 2003 hadde Vestre Grimevannet en tynn aurebestand og en relativt tett bestand av abbor, i tillegg til litt røye og lagesild. Østre Grimevannet hadde derimot bare en svært tynn aurebestand og en tett abborbestand. Mellom de to innsjøene er det en vannstreng på rundt 1,0 km uten fysiske hindringer. Det er derfor trolig bare et tidsspørsmål før lagesilda rekoloniserer Østre Grimevannet (Anders Grimnes pers. medd.). Østre Grimevannet har vært kalket én gang (1995), mens Vestre Grimevannet blir kalket årlig. Eftevatnet lenger sør var fisketomt inntil det ble kalket og satt fisk på slutten av 1990-tallet (Hesthagen m.fl. 2006a). I norvestlige deler av Lillesand er det også et forsuringsområde, der blant annet Steinsvatnet ble kalket fram til og med 2005. Sjøaurebekkene Fjelldalselva og Steindalselva, som var sterkt forsuringsskadet på 1980-tallet, ble kalket med skjellsand og har nå livskraftige sjøaurebestander (Dag Matzow pers. medd.). Moelva, som munner ut ved Lillesand by, har vært sterkt forsuringsskadet. Her har anleggsarbeid eksponert store mengder svovelrike bergarter, som har ført til ny forsuringstilstand som sannsynligvis vil bli kronisk. Det er tilsvarende situasjon i Langedalstjønn like øst for byen, som har hatt eksstremt høyt aluminiumsinnhold siden midten av 1980-tallet. Lokaliteten er nylig kalket, men er fortsatt uten fisk (Dag Matzow pers. medd.).

Birkenes Nesten hele Birkenes kommune omfattes av Tovdalsvassdraget. I innsjøene i nordvest er fiskebestandene fortsatt i stor grad forsuringsskadet. I Store Hovvatn forsvant aurebestanden alle-rede på 1920-tallet, og innsjøen er fortsatt betydelig forsuret (Hindar 2004 red.). Fra midten av 1990-tallet ble det etablert en sjølreproduserende bestand med innsjøgytende aure, etter at kalk-stein ble blandet i gytegrusen. Høsten 1999 ble store deler av nedbørsfeltet til Store Hovvatn terrengkalket med grovdolomitt. Dette forsuringsområdet fortsetter videre sørover, hvor det foregår en betydelig kalkingsaktivitet. Kalkingen omfatter blant annet seks

doserere og flere større innsjøer (Hindar 2006). Høvringsvann (lokalisert i Evje og Hornnes) kalkes også, og det påvirker vannkvali-teten videre nedover vassdraget (Lislevann og Hovlandsåna). I denne greina er det også en kalk-doserer ved Skåre sør for Kjetevann. Vassdraget drenerer til Nystølfjorden og Kolstraumfjorden. Lenger sør er det en kalkdoserer i Katteråsåna, som drenerer til Vassvatnet, Dovlandsvatnet, Håvardstadvatnet og Lølandsfjorden (Ogge). Bellandstjørna blir også kalket. Videre kalkes Haukomvatnet litt lenger nord, som drenerer til Ljosvatnet. To mindre innsjøer nord for Ogge blir også kalket; Hauglands-vannet og Mårvannet. Begge lokalitetene har aure, i tillegg til at det er satt ut abbor i Mårvannet i seinere tid (Helge Lunden pers. medd.). Ogge har altså hatt en betydelig kalkingsaktivitet siden 1996 (Hindar 2006). Både Lølandsfjorden og Ogge-Sør har nå tette abborbestander, mens forekomsten av aure er liten (Hesthagen m.fl. 2005). Ogge har utløp både i nord via Rettåna og i sørøst via Dikeelva. Det siste utløpet innebærer at Djupedalsvannet og Natveitvannet også er kalkings-påvirket. Langsvannet litt lenger sør har vært kalket tidligere (Helge Lunden pers. medd.). Krokvannet enda lenger sør blir også kalket. Videre er det kalkdoserere i sidegreinene Skjeggedalsåna og Vatndalsåna, som begge drenerer til Mjåvassfjorden og Nystølsfjorden. Dette innebærer at fiskebestandene vest for Nystølfjorden og Kolstraumfjorden og Rettåna/Ogge også må vurderes som forsuringsskadde. Dikeelva renner ut i Flakksvatnet. Denne innsjøen ligger i hovedvassdraget, og er dermed påvirket av kalking. Her var det opprinnelig bestander av aure, sik, lagesild og abbor. Siken ble utryddet på 1980-tallet, og er enda ikke reetablert. Fiskebestandene i Flakksvatnet har vært undersøkt i 1995, 1997, 1998, 2001 og 2003 (Hesthagen & Fløystad 2004). Fangstene av abbor og lagesild har variert betydelig etter kalking. Ellers hadde abboren en klar bestandsøkning ett år etter kalking, men seinere har den gått noe tilbake. Lagesildbestanden har trolig også avtatt noe i løpet av de siste åra. Aurebestanden synes derimot å være på samme nivå som før kalking (1995). Fordi sikbestanden er Flakksvatnet enno ikke er reetablert, er fiskesamfunnet i innsjøen forsuringsskadet.

Hovedvassdraget har kalkdoserere ved Bås og Søre Herefoss (utløpet av Herefossfjorden). Det innebærer at både Gauslåfjorden og Herefossfjorden er påvirket av kalking. Før kalking ble det bare fanget aure ved et prøvefiske i Herefossfjorden, men det fantes trolig restbestander av både abbor og sik. Forsuringen har imidlertid utryddet lagesildbestanden i denne innsjøen. Idag har Herefossfjorden relativt mye abbor, mens bestandene av aure og sik er fortsatt tynne (Hesthagen & Fløystad 2004). Lagesilda er også utryddet i Gauslåfjorden (Haabesland 1972, Saltveit 1977). Det kalkes i flere innsjøer både vest og øst for Tovdalselva; som Kyllandsvannet, Heimdalsvannet (271 moh), Begervannet, Langvannet, Steinsvannet og Vestervannet. I tillegg blir tilløpsbekker til et ukjent antall innsjøer og tjern kalket. Sørlige områder har trolig små eller ingen forsuringsskadde fiske-bestander. Haugevannet, Risvannet og Øvre Fjellvann nær Birkeland har alltid hatt tette eller middels tette aurebestander. I tillegg fins det abbor.

Grimstad Kommunegrensa til Grimstad sammenfaller i stor grad med Rorevassdraget. Dette vassdraget var tidligere kronisk surt, og mange fiskebestander gikk tapt på 1960- og 70-tallet (Kleiven 1994, Kleiven & Barlaup 2004). I Rorevassdraget kom en igang med skjellsandkalking allerede tidlig på 1970-tallet, mens innsjøkalking med kalksteinsmel startet opp noe seinere (1985-92). De fleste større innsjøer i vassdraget er nå enten kalket eller påvirket av kalking. Idag er det trolig bare kystnære områder med Reddalsvatn (1 moh), Landvikvatnet og Temse (16 moh) i Arendalsvass-draget som ikke er berørt av forsuring. De to førstnevnte lokalitetene er for øvrig påvirket av brakk-vann. Temse har bestander av aure, sik, abbor, gjedde, ål og suter. De største innsjøene i vassdraget er Snøløsvannet og Vigelandsvannet (grensevatn til Froland) i nord og Syndle og Rore i sør. I Snøløsvannet blir innløpsbekken kalket, og denne innsjøen har aure og abbor (Sigurd Assev pers. medd.). I Sydle og Vigelandsvatnet er det foretatt flere fiskebiologiske undersøkelser (Kleiven 1994, Kleiven & Håvardstun 1997, Kleiven & Barlaup 2004). I dag har de to innsjøene henholdsvis aure, sik og abbor, og gjedde, aure og abbor. Røya er forsvunnet fra begge lokalitetene. I både Syndle og Vigelandsvatnet har fiskebestandene tatt seg kraftig opp etter kalking. Det er også foretatt undersøkelser i Gangvatnet, Hunsdalsvatnet, Tønnesølvatnet og Holvatnet i samband med forsøksvis stopp i kalkingen (Kleiven m.fl. 2006). Både aure og abbor i disse innsjøene forsvant før kalkingsstart, bortsett fra at Hunsdalsvatnet hadde en restbestand av aure. Det er ikke abbor i Gangvatnet. Aurebe-

standene i alle disse innsjøene har tatt seg kraftig opp etter kalking. Hemingstveitvatnet helt nord hadde en sterkt redusert aurebestand før kalking (Gangvatn oppstrøms er kalket), mens abboren og røya hadde forsvunnet (Kleiven & Håvardstun 1997). Etter kalking har innsjøen fått en god aurebestand, samt at abboren har blitt reetablert ved naturlig rekolonisering. Røya er fortsatt borte fra denne innsjøen. Aurebestanden i Kilandsvannet i vestlige deler av kommunen var også sterkt redusert før kalking, mens abboren var utryddet (Kleiven & Håvardstun 1997). Etter kalking har innsjøen fått en tett aurebestand. I Kollandsvannet i nordvest gikk de stedegne bestandene av aure og abbor tapt på 1940/50-tallet. Innsjøen er nå kalket og det er satt ut fisk, og i 1996 ble det påvist en tynn til middels tett aurebestand (Forseth m.fl. 1997a,b). Det skjer nå en viss nedtrapping av kalkingen i deler av Grimstad, blant annet i Uråna i øvre deler av Rorevassdraget (Sigurd Assev pers. medd., Kleiven m.fl. 2006). En vannkjemisk analyse tyder på at kalkingen mest sannsynlig kan avvikles i de fleste innsjøer i vassdraget (Kroglund 2006).

Froland Nærmest hele kommunen må fortsatt vurderes som et sammenhengende forsuringsområde, med betydelige fiskeskader. Froland har fortsatt en stor kalkingsaktivitet. Det er derfor vanskelig å dokumentere om det skjer en naturlig gjenhenting av fiskebestander i kommunen. I vest er det en doserer i Vatndalsåna, som drenerer til Mjåvassfjorden og Nystøls-fjorden (grensevatn til Birkenes). Disse lokalitetene blir også påvirket av kalkingen via dosereren i Skjeggedalsåna. Videre sørover blir flere lokaliteter påvirket av kalking, idet Høvringsvatnet i Evje og Hornnes kalkes. Det er også en doserer ved Skåre som drenerer til Vågsdalsfjorden (grensevatn til Birkenes) via Skåråna og Flatelandsåna. For øvrig er det fisketomt i alle sidevassdragene i nordre del av Uldalsåna oppstrøms kalkingspunktene (kommenert under Evje og Hornnes/Åmli). Fra lokalt hold var det antatt at før kalking var abboren utryddet både i Mjåvassfjorden og Vågsdalsfjorden. Men under et prøvefiske høsten 1995 ble det påvist gyting samme vår (Hesthagen m.fl. 2005). Begge disse lokalitetene har nå tette abborbestander, mens forekomsten av aure er fortsatt liten. Førevatnet vest for Vågsdalsfjorden er også kalket. Vest for Vågsdalsfjorden og Kolstraumfjorden blir et større delvassdrag kalket, som omfatter Saurdalsvatnet og Flekevatnet. Saurdalsvatnet hadde tidligere skadde bestander av aure og abbor, mens innsjøen nå har en middels tett bestand av aure og en tett bestand av abbor. Myklandsvatnet nedstrøms disse to innsjøene påvirkes også av kalking, i tillegg til at det foregår noe bekkekalking. Innsjøen har nå middels tette bestander av både aure og abbor. Ljosevannet i nord (grensevatn til Åmli) er ikke kalket, og den har fortsatt en tynn aure-bestand. I sørøstlige deler av Froland kalkes Hovatn (Håvatn) og Gjuvvatnet, og dermed påvirkes også flere andre innsjøer i vassdraget (Brattelandsvannet, Uvann og Trevann). Hovatn hadde en sterkt redusert abborbestand før kalking i 1994 (Hesthagen m.fl. 2006a). Nordvest for Hovatn blir Rosævatnet kalket. I sør/sørvest kalkes blant annet Espestølsvannet. Innløpsbekken til Snøløs-vannet blir også kalket (jfr Grimstad kommune). I tillegg til de nevnte innsjøkalkingene, blir gytebekkene til en rekke andre innsjøer kalket. Froland har derfor trolig bare noen få lokaliteter som enten ikke blir kalket eller som ikke blir påvirket av kalking. Det rapporteres om flere økte fiskebestander i de siste åra. Dette gjelder blant annet Lauvraktjønn, men her har det vært både bekkekalking og utsetting av fisk. Aurebestanden i Formuvannet vest for Lauvraktjørn ble redusert på 1970-tallet, mens den nå blir vurdert som tett. Her har det også vært noe bekkekalking. Innsjøen har en spesiell lang og god gytebekk (Svend Lauvrak pers. medd.). Formuvannet har også abbor, og det blir tatt opp rundt 100 kg årlig i et forsøk på å desimere bestanden. I Mjålandsvatnet nedstrøms Formuvannet ble aurebestanden skadet på 1970-tallet, men den tok seg opp igjen på 1990-tallet (Svend Lauvrak pers. meddd.). Det har også vært noe bekkekalking i tilknytning til denne innsjøen. Hundstjern sørøst for Eptevannet hadde en skadet aurebestand på 1970/80-tallet, men i løpet av 1990-tallet økte den til middels tett (Svend Lauvrak pers. medd.). Det er ikke rapportert om at bekker som drenerer til denne lokaliteten blir kalket. Austretjern øst for Kråkeheia i nordvest har opprettholdt en middels tett aurebestand gjennom hele forsuringsperioden (Olav Auestad pers. medd.). Imidlertid har abborbestanden i denne lokaliteten blitt borte i løpet av de siste 10-15 åra.

Arendal En stor del innsjøer har naturlig god vannkvalitet pga lokaliseringen under marin grense (< 60 moh). Det går også et belte med kalkholdige bergarter i nedre deler av Lilleelv-

vassdraget. Idag har de fleste innsjøene i Arendal middels tette eller relativt tette aurebestander. Det har trolig ikke vært særlig stor kalkingsaktivitet i kommunen. Det antas at forsuringsskadene på fisk nå er begrenset til et mindre område vest for Nidelva i nordvest. Dette strekker seg fra Gangvatnet og ned til Rore (jfr. ulike prosjekt omtalt under Grimstad). Ellers har trolig noen fiskebestander hatt en naturlig gjenhenting etter tidligere å ha vært forsuringsskadde. Arendal har relativt mange innsjøer med innførte bestander av suter og sørv, og dette har trolig har en negativ virkning på andre fiskearter. I Fjellvann helt i nord kan auren tidligere ha vært påvirket av forsuring. I perioden 1930-70 var bestanden middels/tynn. Før 1990-92 ble aurebestanden vurdert som middels tett, mens den nå har blitt tett. Det har alltid vært mye abbor i vatnet. Innsjøen har også en tynn bestand av suter. Fiskebestandene i Kallstadtjern, Kjerstentjern, Skuggeviktjern, Bukketjern og Skjulestadlonene har trolig vært påvirket av forsuring tidligere. Før 1970 hadde disse innsjøene tynne og reduserte bestander av både aure og abbor, mens de nå vurderes som middels tette eller tette. Assævatn (37 moh) har en relativt tett bestand av aure, tett bestand av abbor og middels tette bestander av sik og suter. Status for røye er ukjent. Så langt tilbake som i 1988 ble aurebestanden vurdert som god, så det er usikkert om innsjøen noen gang har hatt et forsuringsproblem. Innsjøene nedstrøms Assævatn har gode og relativt tette bestander av aure og abbor, som Bråstadtjenna og Sagvannene (3 stk). Status for røye og sik i disse lokalitetene er imidlertid ukjent, men de kan være tynne eller tapt. Det er usikkert om eventuelle skader skyldes forsuring. Det fins også suter i vassdraget. I Blågestadvatn øst for Assævatn har idag relativt tette bestander av aure og abbor. Det er opplyst at siken og røya døde ut på 1960-talet. På 1980-talet forekom det også en del større aure, mens abborbestanden ble vurdert som tynn. Det kan derfor ha vært effekter av forsuring tidligere. Assævatn har også suter. Smedplasstjenn litt lenger sør har aldri hatt noen stedegen aurebestand, og tidligere ble det båret opp fisk fra Tveitelva. Abborbestanden i tjernet har vært stabil tynn til middels tett så langt tilbake en kjenner.

Tvedestrand Det er et forsuringsområde øst for Tvedestrand som strekker seg fra Østeråvannet /Røyvann og østover til Gulspettvannet nær grensa til Risør. Både disse tre innsjøene og Hofs-dalsvannet er kalket. Østeråvannet har nå en relativt tett røyebestand og en middels tett aurebestand. Derimot har Røyvann fortsatt en tynn røyebestanden (Asbjørn Aanonsen pers. medd.). Ved et prøvefiske i 1992 ble det fanget bare ei røye i Røyvann, som var 12 år gammel. Denne røyebestanden var følgelig nærmest utdødd tidlig på 1990-tallet. Samtidig ble det tatt fem røyer i Østeråvann, med alderen 2+ (2 stk), 3+ (1 stk), 4+ (1 stk), 14+ (1stk) og 15+ (1 stk) (Hesthagen upubl. data). Det var følgelig en svak naturlig rekruttering hos røya i Østeråvannet tidlig på 1990-tallet. Stokkebovannet sør for disse to innsjøene er ikke kalket, som har en restbestand av aure og en middels tett bestand av abbor. I Hofstadsvannet og Størdalsvannet med kringliggende innsjøer er både røya og auren forsvunnet, og disse to lokalitetene har nå bare abbor og gjedde (Elling Marcussen pers. medd.). Gjedda ble for øvrig innført på 1970-tallet, og kan være hovedårsaken til at røya forsvant (Dag Mazow pers. medd.). I Gulspettvannet har også røyebestanden gått tapt. Her er det satt ut røye fra Hovdansvannet tre ganger i løpet av de siste åra, med rundt 300 individ hver gang. Det er usikkert om den utsatte røya har reprodusert. Det forekommer også såvidt aure i Gulspettvannet, men det er usikkert om den er naturlig rekruttert eller består av individ som har vandret ned fra høyereliggende lokaliteter. Bjellandsvannet vest for Rangleåsen er ikke kalket. Vestlige deler av kommunen har trolig ingen særlige forsurings-problemer, idet både Øynesvann og Heirevann har gode aurebestander (Jim Guttrup pers. medd.). I nord er det et forsuringsområde som omfatter Ljøstadvannet, Skjerkholtlonene og Åsvannet og strekker seg østover til Sandvannet. De tre førstnevnte innsjøene hadde skadde bestander av abbor og aure. Det er lagt ut skjellsand i tilløpsbekker til Ljøstadvannet og Skjerholtlonene (Halvor Skjerkholt pers. medd.). Aurebestanden i Åsvannet var ikke særlig hardt skadet, men enkelte årsklasser var trolig helt borte. Denne vannstrengen har også tilsig fra Rossålvann i Vegårshei, som er kalket med kalksteinmel. I denne innsjøen har abborbestanden gått tapt. Sandvannet var fisketomt til for 2-3 år siden, da det ble satt ut aure. Innsjøen inngår i Statlig program for forurensningsovervåking, og målinger viser en relativt kronisk sur vannkvalitet, med pH rundt 5,0 og en konsentrasjon av labilt Al på over 60 µg/L (SFT 2006). Sandvann sørvest for Skjerkholt har bestander av abbor og aure, og her har det trolig ikke vært effekter av forsuring (Halvor Skjerkholt pers. medd.). Innsjøer i vestlige deler av

kommunen synes å ha klart seg bra mht forsuringsskader, som Sandvann i nord og Øynesvann og Heirevann i sør. Disse innsjøene er ikke kalket. Røya har gått tapt i Niksjå og Ubergsvann, samt at siken har gått tapt i Ubergsvann (Dag Matzow pers. medd.). Sandvann har en god aurebestand. Det er også abbor i alle disse lokalitetene (Halvor Skjerkholt pers. medd.). Det er heller ikke kjent at fiskebestandene i sørlige deler av kommunen er særlig skadde av forsuring (Jim Guttrup pers. medd.). Store deler av dette området ligger for øvrig under marin grense, som tilsier en bra vannkvalitet. Blant annet har Mjåvann sør for Tvedestrand gode bestander av aure og abbor.

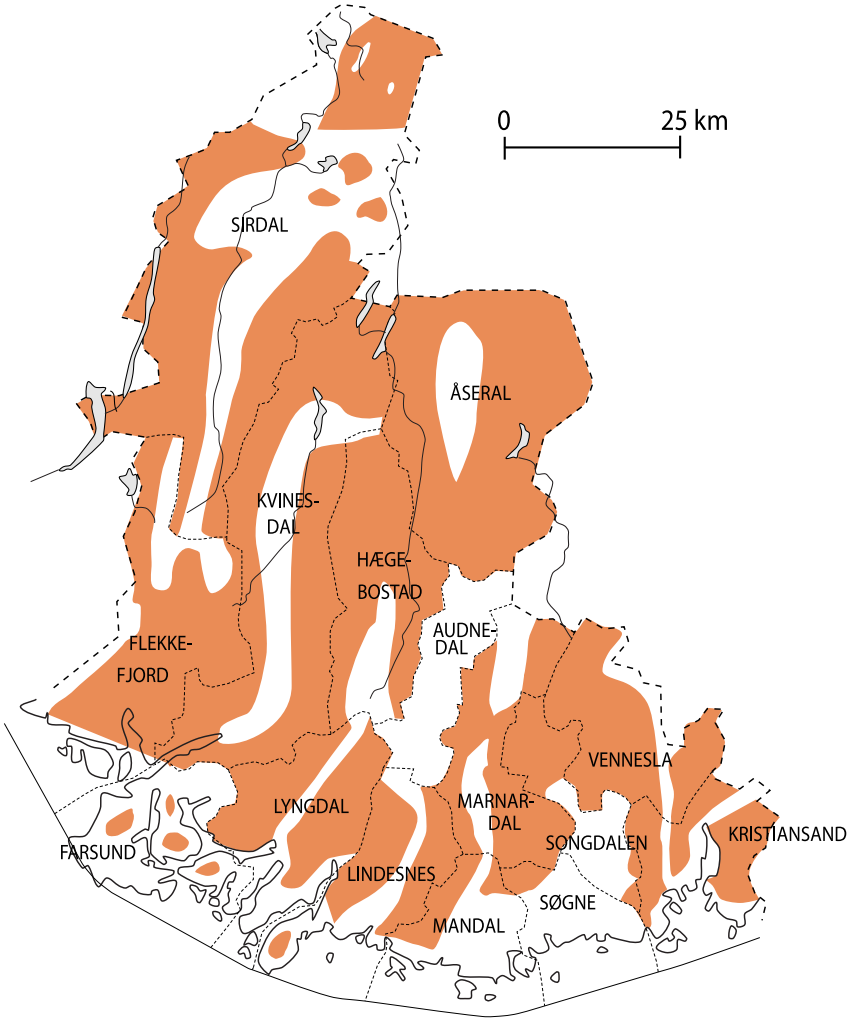
Vegårshei De fleste større innsjøene er enten kalket eller påvirket av kalking (Paul Solberg pers. medd.). I tillegg foregår det en del privat bekkekalking med skjellsand. Vegår er den desidert største innsjøen i kommunen, og den har vært kalket siden 1985/1986 (Barlaup 2004 red.). Tidleg på 1980-tallet var bestandene av aure, abbor og krøkle i Vegår sterkt redusert, men i seinere år har de økt kraftig. Krøkla ble påvist igjen i 1998, etter manglende registrering i fiskefangstene gjennom mange år (Kleiven 1999, Kleiven & Barlaup 1999). Vegårshei har trolig enno ingen innsjølevende fiske-bestander som kan vurderes som naturlig gjenhentet. Men aurebestanden i Vegårsvatnet helt i nord (grensevatn til Gjerstad) har økt noe i løpet av de siste 20 åra, men kan likevel ikke vurderes som helt gjenhentet (Paul Solberg pers. medd.).

Risør Forsuringsskadene på fisk vurderes som relativt moderate. De fleste innsjøene i kommunen ligger under marin grense, og har derfor god vannkvalitet. Men det har likevel vært en viss negativ effekt av forsuring på fiskebestander også i Risør. Imidlertid ble aldri innsjøene i kommunen helt fisketomme og få bestander gikk tapt (Frank Moland pers. medd.). Det har vært en positiv utvikling hos fisken i flere innsjøer i løpet av de siste ti-åra. Fiskebestandene i et område i øst må likevel vurderes som skadde. Her blir Skardvatnet og Svart kalket (grensvatn til Gjerstad). I Skardvatnet ble aurebestanden skadet på 1960-tallet, og gikk seinere tapt. I Svart var bestandene av aure, røye og abbor redusert før kalkingen ble satt igang. I Molandsvatnet i vestlige deler har aurebestanden utviklet seg fra sporadisk forekomst til middels tett i seinere år (rundt 2000-01) (Frank Moland pers. medd.). Molandsvatnet har også abbor, røye og suter.

Gjerstad Det er fortsatt betydelig fiskeskader pga forsuring i Gjerstad. I følge Fylkesmannen blir minst 12 innsjøer i kommunen kalket. Men andre opplysninger tyder på at langt flere lokaliteter blir kalket, blant annet benyttes det en del bekkekalking med skjellsand. Et betydelig antall vatn i Gjerstad er derfor enten kalket eller påvirket av kalking, og har vært det siden tidlig på 1980-tallet. Det kan ha skjedd en naturlig gjenhenting av flere fiskebestander i Gjerstad, men kalking og utsettinger gjør denne vurderingen usikker. I Bjørnstadvatnet i nordøstlige deler av Gjerstad har aurebestanden nå økt til middels tett uten å ha vært kalket (Harald Gjeruldsen pers. medd.). Hundsvatnet nord for Øygardsheia har fortsatt en tynn aurebestand. Derimot har aurebestanden i Egdetjern lenger ned i vassdraget økt fra tynn til middels tett i løpet av 1990-tallet (Olav Fjærbu pers. medd.). En av tilløpsbekkene til Hundsvatnet lenger oppe i vassdraget er for øvrig kalket, uten at det synes å ha gitt noen særlig effekt på aurebestanden. Begge innsjøene har suter, som har spredt seg fra en høyereliggende innsjø.

3.3.9 Vest-Agder

Vest-Agder har fortsatt store fiskeskader pga forsuring, med et skadeareal på 3.727 km^2. Det innebærer en reduksjon i skadeareal på rundt 100 km^2 i forhold til 1990, som spesielt omfatter i Sirdal kommune.



***Figur 12**. Areal med forsuringsskadde fiskebestander i Vest-Agder pr. 2006.*

På 1970-tallet påviste SNSF-prosjektet forsuringsskader på fiskebestander innen et areal som tilsvarte hele 97 % av Vest-Agders totalareal (Sevaldrud & Muniz 1980). Det var kun en smal stripe langs kysten fra Lista i vest til Kristiansand i øst som ikke i noen særlig grad var berørt. Fiskebestander i rundt 63 % av fylkets totalareal ble vurdert som sterkt skadet. Fiskebestandene i øvre deler av Sira-Kvinas nedbørfelt (Njardarheimområdet) og høydedragene mellom hovedvass-dragene var hardest rammet. Nærmest alle innsjøer i store områder i flere kommuner var fiske-tomme, som i Åseral, Hægebostad, Kvinesdal og Sirdal. SNSF-prosjektets kartlegging omfattet fiskestatus i 1.021 innsjøer, og av disse var 13 % gode, 22 % tynne (skadet) og 47% tapte. Ni prosent av innsjøene hadde sannsynligvis aldri hatt fisk. Det manglet opplysninger om fiskestatus fra 9 % av innsjøene.

Vest-Agder har fortsatt omfattende fiskeskader pga forsuring, og berørt areal utgjør nå 3.702 km^2. Det innebærer en reduksjon i skadearealet på rundt 100 km^2 i løpet av de siste 15 åra, som spesielt omfatter Sirdal kommune. Det er store sammenhengende skadeområder i alle kommuner som tidligere var hardest rammet (**figur 12, tabell 2 & 11**). En gjennomgang av fiskestatus i fjellområd-ene i Vest-Agder viser betydelige skader (Enge 2008a).

***Tabell 11**. Kommunevis fordeling av areal med forsuringskadde fiskebestander i Vest-Agder pr. 2006.*

Kommune-nr	**Kommune**	**Areal** (km^2)
1046	Sirdal	781
1004	Flekkefjord	334
1037	Kvinesdal	641
1026	Åseral	611
1034	Hægebostad	295
1027	Audnedal	51
1021	Marnadal	204
1017	Songdalen	87
1014	Vennesla	239
1003	Farsund	24
1032	Lyngdal	185
1029	Lindesnes	116
1002	Mandal	42
1018	Søgne	25
1001	Kristiansand	92
Alle		3.727

Sirdal I løpet av de siste 15-20 åra har det vært en kraftig bedring av vannkvaliteten i deler Sirdal. Dette har gjort at aurebestandene i flere områder har økt eller kommet tilbake (Espen Enge pers. medd.). Sirdal har en nord-sør gradient i vannkvalitet og fiskestatus, med fortsatt betydelig forsuring og store fiskeskader i sør. De ionefattige områdene i nord er derimot moderat forsuret. Etter den verste forsuringsperioden var det i hovedsak bare hoveddalførene som hadde fisk. Det er nå også bra med fisk i flere av sidevassdragene som tidligere var hardt rammet av forsuring. Hønsedalen danner en øst-vest korridor fra Sira til Kvina, og her har de fleste innsjøene nå fisk. I Sira har det også vært en kraftig økning i fiskemengden og en betydelig bedre vannkvalitet i løpet av de siste åra (Enge 2005, 2006b).

I sørlige deler av Sirdal er områdene både øst og vest for hovedvassdraget fortsatt sterkt forsuret. Her er det sammenhengende skadeområder og mange fisketomme innsjøer.I Hundevatnet (Hunne-vatnet) nordvest for Gravatnet er aurebestanden fortsatt tapt, mens det forekommer en tett og reproduserende bestand av småfallen bekkerøye (Enge 2006b). Det antas at vannkvaliteten i Hundevatnet nå er så god at aure kan reprodusere (Espen Enge pers. medd.). Røye- og aure-bestandene i Sirdalsvatnet blir ikke vurdert som forsuringskadet.

I nordvest er auren iferd med å komme tilbake i flere innsjøer. Lokaliteter i dette området har middels tette bestander, som blant annet store og lille Salomonsvatni, Dyngjanvatnet og Lille og Store Bjørnsivatnet (Espen Enge pers. medd.). Videre sørover har Ortevatnet og Sandvatnet (574 moh) tette aurebestander, mens bestandene i Valevatnet og Gravatnet fortsatt er tynne. Aure-bestanden i Rosskreppfjorden i nordøstlige deler av Sirdal er også fortsatt sterkt redusert, men her kan reguleringen være hovedårsaken. Men det rapporteres nå om en økende aurebestand i dette magasinet. Dette skyldes trolig blant annet den naturlige rekrutteringen i Risåni i nordøstlige deler av magasinet (lokalisert i Valle kommune, Aust-Agder). Ei sidegrein

av Risåni, Nomelandskvæven, har for øvrig uvanlig høyt innhold av kalsium for dette området, med 1,0-1,5 mg/L (Espen Enge pers. medd.).

Øvre og nedre Grønaplasstjønn vest for Rosskreppfjorden i Taumevassdraget var av de få innsjøene med restbestander av aure under den verste forsuringsperioden. Det har heller aldri vært satt ut fisk i disse innsjøene. Aurebestandene økte kraftig fram til 2002 etter at lokalitetene ble kalket med skjellsand i 1990 og 1995 (Bang m.fl. 2002). Det er usikkert om fiskebestandene i andre innsjøer i området kan opprettholder uten kalking. Det synes i alle fall som om overlevelsen hos aure er dårlig i innsjøer der kalkingen er stoppet. Dette gjelder blant annet aurebestanden i Storevatnet øst for Grønaplasstjønnen i Taumevassdraget (Hesthagen m.fl. 2006b). Før kalking var innsjøen kronisk sur, med pH 4,96-5,09 (1990-96). Innholdet av næringssalter er lavt, med kalsiuminnhold på rundt 0,2 mg/L. Kalkingen i 1997 førte til at vannkvaliteten bedret seg kraftig, med pH fram til høsten 2004 på 6,40-6,76. Innsjøen ble kalket hvert år fram til og med 2003. Men seinere skjedde det en reforsuring, og høsten 2005 var pH nede på 5,70. I både 1999 og 2002 ble aurebestanden i Storevatnet forsøkt reetablert ved utsetting av villfisk fra Øvre Grønaplasstjønn. Men et prøvefiske høsten 2005 viste at denne aurebestanden fortsatt var tynn. Elfiske i tre tilløpsbekker tydet på manglende naturlig reproduksjon. Dette kan skyldes forsuring, men de aktuelle gytebekkene er også av en slik beskaffenhet at de lett tørker ut eller bunnfryser. Høsten 2002 ble det påvist aureyngel i to tilløpsbekker i Storevatnet.

Det er nå iferd med å etablere seg middels tette aurebestander i flere innsjøer sørvest for Rosskreppfjorden. I austre Flogevatnet blir aurebestanden nå vurdert som tett (Espen Enge pers. medd.). Vestre Flogevatnet inngår i Statlig program for forurensingsovervåking, og her er det foretatt flere undersøkelser i løpet av de sista åra. På 1990-tallet hadde innsjøen en sterkt redusert aurebestand, og sjøl om den fortsatt er tynn har den økt kraftig i seinere år. Innsjøen ble prøvefisket i 1996, 2001 og 2005, som ga et fangstutbytte pr. 100 m^2 garnareal (CPUE) på henholdsvis 0,6, 6,1 og 7,8 individ (SFT 1997, 2002, 2006). Vestre Flogevatnet har også en reproduserende bestand av bekkerøye, men den er nå i tilbakegang. CPUE i de nevnte åra har vært på henholdsvis 13,3, 0,6 og 2,8 individ. Vannkjemiske målinger høsten 2005 viste at Vestre Flogevatnet nå har en relativt god vannkvalitet, med pH=5,98, labilt Al=9 µg/L og ANC=17 µekv/L. Aurebestandene i andre innsjøer i området er også økende. I reguleringsmagasinet Øyarvatnet sør for Flogevatna har fangstutbytte av aure mer enn doblet seg i perioden 2001-06 (Enge 2006). I 2006 ga tre utvidede Jensen-serier er utbytte på 50 aurer. Denne innsjøen har også en tett bestand av sjølreprodu-serende bekkerøye. Vest for Øyarvatnet er det et område som trolig aldri har hatt fisk. Det gjelder blant annet Svartavatnet og Ånensvatnet, samt flere mindre innsjøer. En del lokaliteter vest for Rosskreppfjorden har trolig heller aldri hatt fisk. Det gjelder innsjøer både helt i nord og på Taume-vassheia og Skjerevassheia lenger sør. Vi velger likevel å definere det som et forsuringsområde, i likhet med det som ble gjort på 1970-tallet (jfr. Sevaldrud & Muniz 1980).

Flekkefjord Det er fortsatt store forsuringsproblemer for fisk i Flekkefjord. Kalkingsaktiviteten er også betydelig, som omfatter de fleste større innsjøer i nedre deler av kommunen. I tillegg er mange vatn påvirket av kalking. Det er derfor vanskelig å vurdere en eventuell naturlig gjenhenting av vannkvalitet og fisk i disse lokalitetene. Utenom de kalkede innsjøene er det også rapportert om økning blant flere bestander som tidligere var tynne. Dette gjelder flere bestander i nordøstlige deler av kommunen, fra Tollåksvatnet, Stølsvatnet, Sandvatnet, Masteinvatnet, Lundevatnet, Veisbekktjern og Håbbalstjørn. Tilsvarende bestandsøkning er også registrert i Mjåvatnet i sørøst, i Holmevatnet litt lenger sør og i Botnevatnet i sørvest. I Mjåvatnet gikk for øvrig røyebestanden tapt på 1970-tallet, og her er det enda ikke etablet noen ny bestand. Andre aurelokaliteter med bestandsøkning i nedre deler av Flekkefjord er Svartevatnet (sør for Botnevatnet), Søylandstjern, Jordetjern, Spark-hølen og Nedre Tjødn. Det har også blitt mer aure i Jendalsvatnet vest for Sirdalsvatnet, uten at bestanden på langt nær er på samme nivå som før forsuringen startet.

Kvinesdal Det er ingen rapporter som tyder at forsuringsstuasjonen for fisk har bedret seg i særlig grad. Skadene er derfor fortsatt store. Men det synes å være en positiv utvikling i enkelte innsjøer, idet det nå er registrert fisk i innsjøer som tidligere var fisketomme. Dette gjelder blant annet Gluggevatnet på Kvinesheia (Roald Aamodt pers. medd.). Det foregår ingen omfattende kalking av innsjøer i kommunen. Det kalkes i Røydlandsvanet, Krågelandsvatnet, Sandvatnet, Pråmvatnet og Sibbuvatnet.

Åseral Øvre deler av Mandalsvassdraget ligger i Åseral kommune, og her det er det fortsatt store fiskeskader pga forsuring. Vassdraget har flere reguleringsmagasiner der det enno ikke er påvist naturlig rekruttering hos aure. Det gjelder Store Kvernevatnet, Juvatnet, Nåvatnet og Skjerkavatnet (Hesthagen 2003, 2005, Hesthagen & Haugland 2006). Fram til og med 2004 ble det satt ut bekkerøye i disse innsjøene. Dette er ikke lenger tillatt, og utsettingene omfatter nå bare vanlig aure. En undersøkelse i Juvatnet høsten 2008 viste imidlertid god overlevelse hos den utsatte fisken (Hesthagen, upubl. data). Sandvatnet og Lognavatnet nedstrøms Juvatnet har tynne aurebestander, men noe naturlig rekruttering forekommer (Hesthagen & Haugland 2007). Det samme gjelder auren i Langevatnmagasinet, der det er påvist gyting i innløpet til Roddeivsvatnet (Hesthagen 2003). I prøvefiskefangsten fra 2003 var alle 1- og 2-åringer stedegne individ. Derimot var det en relativt liten andel stedegen fisk blant eldre individ. Den naturlige rekrutteringen hos aure i innløpet til Roddeivsvatnet kom trolig i gang rundt 2001-02. Tidlig på 1990-tallet dominerte bekkerøya i garnfangstene, men i løpet av dette tiåret kom det gradvis tilbake en sjølreprodu-serende aurebestand. I 1997-98 ble det tatt omtrent like mye aure som bekkerøye på garn. I 2003 hadde dette endret seg til en sterk dominans av aure (95 %). Det er usikkert om auren i vassdraget som drenerer til Langevatnmagasinet, Ådalsvassdraget, overlevde forsuringen (Hesthagen 2003). Det er kjent at tjernet ved Putten i Bygland kommune hadde en tynn aurebestand i 1996-97. Men dette kan ha vært fisk fra Langsvatna, der det var satt ut fisk noen år tidligere. Rundt 2000 var det fortsatt en tynn aurebestand i Fosstjønn litt lengre ned i vassdraget. Den største fisken i fangstene veide da rundt 1½ kg. I de siste åra har det vært en kraftig bestandsøkning hos auren i dette tjernet (Jan Ove Flodkvist pers. medd.). Dette viser seg ved at fisken er langt mindre og har dårligere kvalitet enn for noen få år tilbake. I Langevatnmagasinet er nå fiskeutsettingene avsluttet.

Mer lavereliggende innsjøer i Mandalsvassdraget som Brelandsvatnet og Ørevatnet har nå middels tette aurebestander (Hesthagen 2005). Her ble det i en periode satt ut henholdsvis 5.000 og 3.000 individ årlig, men disse utsettingener nå avsluttet. Auren i Ørevatnet har normal aldersfordeling og god rekruttering, med et relativt stort innslag av 1- og 2-åringer. I Brelandsvatnet er alders-fordelingen noe mer ujevn, og rekrutteringen er også svakere enn i Ørevatnet. Vannkvaliteten i begge innsjøene er relativt god, bortsett fra i enkelte tilløpsbekker. Innløpselva til Ørevatnet fra nord er for øvrig påvirket av kalking. I Ljoslandsvatnet gikk den stedegne aurestammen tapt på 1960-tallet. I løpet av det neste ti-året ble det satt igang utsettinger, med fisk fra Kvås klekkeri i Lyngdal. Det ble i hovedsak benyttet stamfisk av ulike stammer fra øvre deler av Møska i Lyngdal (Terje Kvås pers. medd.). Resten var innslag av Fossbekk- og Tunhovdfjordstammen. Disse utsettingene foregikk fram til rundt 1995-96. Så ble det satt ut fisk av Birkelandsvannsstammen fram til rundt 2002. Fisken i Ljoslandsvatnet begynte trolig å reprodusere på midten av 1990-tallet (Bill Abusland pers. medd.). Noen år seinere ble det nemlig registrert en betydelig økning i mengden småfisk i søre del av innsjøen. Bestanden i Ljoslandsvatnet blir nå vurdert som tett. I 2002 ble det drevet utfisking med ruse, og det ble tatt rundt 2.500 individ (Bill Abusland pers. medd.). Målinger høsten 2003 viste at innløpet hadde en god vannkvalitet, med pH 6,24 og 43 µekv/L i alkalitet (Hesthagen 2003). Men den naturlige rekrutteringen er fortsatt lav. Derimot ble det påvist naturlig reproduksjon både i tilløpsbekken fra nordvest og på utløpet.

Hægebostad Fiskeskadene i indre deler av kommunen har fortsatt omfattende fiskeskader. Forholdene har likevel bedret seg i enkelte lokaliteter løpet av de siste åra. Men innsjøer uten kalking og utsettinger har for det meste tynne fiskebestander (Olaf Harald Klungland pers. medd.). I Kyrevatnet ble kalkingen avsluttet for 2-3 år siden, men det synes likevel som om denne bestanden klarer seg. Det er grunn til å tro at mange innsjøer som idag har restbestan-

der vil ha bra med fisk om noen år. Lygne kalkes for å opprettholde en god vannkvalitet på lakseførende strekning av Lygna, og inkluderes derfor ikke i forsuringsområdet. Lygne har for øvrig en relativt tett aurebestand (Edgar Vegge pers.medd.). Bjennvatnet i sørøst var fisketomt fram til tidlig på 1990-tallet, da det ble satt ut fisk og kalket. Innsjøen har nå en god aurebestand av bra kvalitet (Hesthagen m.fl. 2006a).

Audnedal Vassdragsnaturen i Audnedal er spesiell, med noen få store innsjøer langs hovedvass-draget og relativt få og små lokaliteter i høyereliggende strøk. De største innsjøene er Grindheims-vatnet, øvre og Ytre Øydnavatnet og Hellevatnet i sørvest. Hellevatnet og Ytre Øydnavatnet kalkes, mens Grindheimsvatnet og Øvre Øydnavatnet er påvirket av bekkekalking. Austre Surtevatnet og Barstadvatnet på vestheia kalkes også. Forsuringsskadene på fisk knytter seg også i stor grad til disse lokalitetene. I 1982 ble det gjennomført prøvefiske i Grindheimsvatnet og Øydevatna (SFT 1983). I Grindheimsvatnet ble det fanget aure og abbor, i Øvre Øydnavatnet bare aure, og i Ytre Øydnavatnet aure og røye. Tidligere hadde både Ytre og Øvre Øydnavatnet abbor, men disse bestandene gikk trolig tapt på slutten av 1970-tallet. Prøvefiske i 2005 viste at disse innsjøene nå har gode aurebestander. Grindheimsvatnet har også en god aurebestand, mens det er en tynn røyebestand i Ytre Øydnavatnet (Rune Eikeland pers. medd.). Det har vært en viss bedring av både vannkvalitet og fiskebestander innen enkelte deler av Audnedal i løpet av de siste åra, og det forekommer nå svært få fisketomme innsjøer (Dag Ekeland og Rune Eikeland pers. medd.). Det foregår en god del bekkekalking med skjellsand og utsetting av fisk i privat regi. Dette vaskeliggjør en vurdering av mulig naturlig gjenhenting. Det synes å være store geografiske variasjoner i bestandsutviklingen hos fisk i Audnedal. Dette kan enten skyldes forskjeller i vannkvalitet eller effekter av kalking og fiskeutsettinger. Det fins ikke opplysninger om fiskebestander i alle mindre innsjøer i høyereliggende områder, men arealmessig utgjør de et lite område. Trylandsvassdraget i sørøst har hatt en pH-økning på 0,3-0,4 enheter i løpet av de siste 10-15 åra, til rundt 5,4-5,6 (Dag Ekeland pers. medd.). Fiskebestandene i vassdraget må også vurderes som gode sjøl om reguleringen har virket negativt. Vannstrengen øst for Konsmo, fra Mosvatn og opp til Heslevatnet og Urdevatnet, hadde fisk gjennom hele den verste forsuringsperioden. Disse bestandene vurderes ikke lenger som skadde. Derimot er innsjøene på Ørnefjellet i nordvest fortsatt sure, med pH < 5,0. Her er det også lagt ut skjellsand i enkelte gytebekker (Rune Eikeland pers. medd.). I nord har Hålandstjern og Hanekilen relativt tette fiskebestander (drenerer til Mandalsvassdraget).

Marnardal Fiskebestandene innen Marnardal kommune er fortsatt sterkt berørt av forsuring. I sør-østlige deler overlevde auren i Birkelandsvatnet forsuringen, og her har det heller ikke vært satt ut fisk (Kjell Larsen pers. medd.). Innsjøen har nå en middels tett aurebestand. Det har vært utsettinger i noen høyerliggende vatn, men dette har trolig ikke hatt betydning for bestanden i Birkelandsvatnet. Denne innsjøen har vært benyttet som stamfisklokalitet for Finså klekkeri. Aurebestanden i Auslandsvatnet øst for Birkelandsvatnet (drenerer østover) overlevde også forsuringen. I sørøstlige deler av kommunen er det flere vatn som kalkes i offentlig regi; som Hommevatnet, Helleskjervatnet, Ålevatnet og Svartevatnet. I tillegg kalkes en del innsjøer av private nord for Birkelandsvatnet/Auslandsvatnet (Kristian Hestvåg pers. medd.). Det er også noe jordbrukskalking som påvirker vannkvaliteten i enkelte innsjøer (Kjell Larsen pers. medd.). Vatna i Høyevassdraget (Høye-vatnet, Skrovvatnet, Grunnevatnet og Ramnåsvatnet) er påvirket av kalking lenger oppe i vassdraget. Nomevatnet helt i sør får innsig av vatn fra Mandalselva ved høy vannstand, og er derfor også kalkingspåvirket. Lengre vest er Åsevatnet kalket, som drenerer til Jorsdalsvatnet og Gangsåvatnet. Området videre nordover er surt og har flere vatn som kalkes; Bosollvatnet, Krokvatnet, Hønelandsvatnet, Kallevatnet, Sandvatnet, Uglandsvatnet og Eptevatnet. Homestadvatnet mellom Bosollvatnet og Krokvatnet er referansevatn i Statlig program for forurensningsovervåking (SFT 2005). Analyseresultatene fra 2004 viste at innsjøen fortsatt er kronisk sur, med pH=4,87 og labilt Al=85 µg/L. I Ågevatnet vest for Øygarden har den stedegne aurebestanden gått tapt, men det er nå satt ut aure (Kristian Hestvåg pers. medd.). Videre nordover på vestsida av Mandalselva er det betydelige forsuringsproblemer med flere kalkede innsjøer; Bjørnhomvatnet, Brauskelandsvatnet, Kråkelandsvatnet, Mindrebøvatnet (kalkdoserer i bekk fra Bjerland) og Trånevatnet. Mannflåvann på lakseførende strekning er også påvirket av kalking. Innsjøen har nå en relativt tett bestand av

aure, i tillegg bruker laksunger innsjøen som oppvekstområde (Hesthagen & Johnsen 2005, Hesthagen m.fl. 2008a). Mannflåvann hadde tidlig-ere også abbor og røye, men begge artene ble utryddet av forsuring.

Songdalen Fiskebestandene i vestlige deler av Songdalen har fortsatt betydelige forsuringsproblemer. Men situasjonen i øst er nå iferd med å bedre seg. I vest kalkes Homevatnet, Livatnet og Trælevatnet (Høyevassdraget). Ved Brandsvoll et stykke lenger oppe i vassdraget er det plassert en liten kalkdoserer, men den er bare sporadisk i bruk. Livatnet har nå en tett aurebestand, mens Trælevatnet har middels tette bestander av aure og abbor. Det har ikke vært satt ut aure i disse innsjøene i seinere år. I øst blir Mjåvatnet og Øygardsvatnet kalket. Begge lokalitetene har tette aurebestander. I øst har bestandsforholdene hos fisk bedret seg i flere innsjøer. Helt i nord gjelder det Skogevatnet, som nå har tette bestander av aure og abbor. I Hemmesvatnet har også mengden aure økt betydelig i seinere år, og bestanden nærmer seg middels tett. Innsjøen har ellers en tett abborbestand. Tømmervatnet rett sør for Hemmesvatnet har en tett aurebestand og middels tett abborbestand. I Veisevatnet i vest er det middels tette bestander av begge disse artene. Jankevatnet lenger sør har også en god bestand av aure (middels tett), i tillegg til abbor. I Birkelandsvatnet har aurebestanden økt fra tynn til middels tett, men abborbestanden har gått tapt. I Gåsevatnet øst for Tronstadvatnet var aurebestanden nesten utryddet (sporadisk forekomst), men den har nå blitt middels tett. I Farvatnet øst for Nodland har aurebestanden utviklet seg fra tynn til middels tett, mens abborbestanden nå er tett (ukjent status under forsuringsperioden). I Hågenvatnet på grensa til Kristiansand i øst ble kalkingen avsluttet rundt 2001-02, men innsjøen har likevel en middels tett aurebestand.

Vennesla Det er fortsatt store forsuringsproblemer for fisk i innsjøer i Vennesla, med lite tegn til bedring. Generelt har det blitt mer abbor i flere innsjøer i løpet av de siste åra. Dette er imidlertid ikke tilfelle for aure. Innsjøene i nordlige deler av kommunen har trolig tapte aurebestander (Olav Åsland pers. medd.). I østlig del gjelder det fire innsjøer fra Kileheia og nordover; Stemmevatnet (364 moh), tjern vest for Lauvås, Stemmevatnet (344 moh) og Kroktjørn. Alle innsjøer vest for dette området har også tapte aurebestander, fra Flåtjørn/Lomtjørn ved Heimerhei og opp til Vålevatnet nord for Skrubbsrudshei. Totalet er det rundt 20 innsjøer og tjern i dette området. Mørkevatnet lenger sør har også en tapt aurebestand (Oddleif Gunstveit pers. medd.). I innsjøer lengre sør og øst har fiskebestandene økt noe i løpet av de siste åra (Jonny Snemyr pers. medd.) Dette gjelder Høvårslandsvatnet, Sandtveitvatnet, Sandlandsvatnet, Sognevatnet, Hauglandsvatnet, Kvellandsvatnet og Steinslandstjern. Disse lokalitetene har tynne aurebestander, trolig pga relativt mye abbor. Mengden aure er imidlertid ikke på langt nær på samme nivå som før forsuringen startet (Oddvar Sørli pers. medd.). Rundt Hauglandsvatnet er det noe dyrket mark, og det har trolig virker positivt på fiskebestandene. Dette gjelder også i noen grad for Sognevatnet. I dette området er det to referansevatn i Statlig program for forurensningsovervåking; Høvårslandsvatnet og Sognevatnet (SFT 2004, 2005). Analyseresultatene fra 2003 og 2004 viste at Sognevatnet fortsatt var surt, med pH=5,26 og labilt Al= 28 µg/L. Vannkvaliteten har imidlertid bedret seg betraktelig i løpet av de siste åra. Vannkvaliteten i Høvårslandsvatnet er derimot langt dårligere, med pH=5,03 og labilt Al=83 µg/L. Innsjøene lenger øst- og sørover i kommunen må også vurderes som sterkt forsuringsskadet. Her er Røynelandsvatnet og Eikelandsvatnet kalket. Dermed påvirkes vannkvaliteten i flere vatn i vassdraget. I Hagelandsvatnet litt lenger sør gikk aurebestanden tilbake på 1970-tallet, og den er fortsatt tynn (Nils Egil Hageland pers. medd.). Innsjøen har derimot en middels tett abborbestand. Jeppestølsvatna og Åmdalstjern har fortsatt reduserte aurebestander. Lenger sør har Bjortjørn en tapt aurebestand, mens bestanden Grunnevatnet er tynn (Trygve Rønning pers. medd.). Den stedegne aurebestanden Eikelandsvatnet har også gått tapt. Her ble det satt ut villfisk fra Otra etter kalking. Lolandsvatnet har fortsatt en skadet aurebestand (Torleif Robstad pers. medd.). Prøvefiske i Drivenesvatnet i 2003 viste at aurebestanden fortsatt er tynn, sjøl om det har vært en klar bestandsøkning siden 1990 (SFT 2004). Derimot har abborbestanden økt kraftig, som i hovedsak skyldes en sterk 2002-årsklasse. På 1990-tallet var abboren i Drivenesvatnet nesten utryddet, idet fangsten i 1990 og 1997 bare var på henholdsvis ett og to individ. Deler av Kilefjorden, Gåseflåfjorden og andre innsjøer langs Otravassdraget ligger i

Vennesla kommune, og de har gode bestander av aure og abbor (Stein Uleberg pers. medd.). Innsjøene i hovedvassdraget er påvirket av kalking i flere sidefelt. Vi velger likevel ikke å angi fiskebestandene i disse lokalitetene som forsuringsskadde, da de trolig ville hatt gode fiskebestander uten kalking. Det er for øvrig et betydelig næringsfiske etter aure og abbor i Kilefjorden, der oppfisket kvantum for de to artene fordeler seg med rundt 30:70 (Stein Uleberg pers. medd.). Det blir i tillegg tatt noe bleke og bekkerøye. Fangstene av bekkerøye har for øvrig økt i de siste åra. Dette skyldes trolig at fisk fra sjølreproduserende bestander lengre oppe i vassdraget vandrer nedover.

Farsund I løpet av de siste åra har forsuringssituasjonen for fisk bedret seg i flere innsjøer. Dette gjelder spesielt de som er ligger i nordlige deler, der aurebestanden i Saudlandsvatnet var nærmest utryddet tidlig på 1990-tallet. Men siden har tettheten av aure økt gradvis, og er nå antallsmessig på et før-forsuringsnivå. Bestandsøkningen har en klar sammenheng med at vannkvaliteten har bedret seg i de siste åra, til pH på rundt 6,0 og en syre-nøytraliserende kapasitet (ANC) på 10-30 µekv/L (SFT 2006). Det har også vært en klar bedring av fiskestatus i Gjærvollstadvatnet og Sævelandsvatnet i de siste åra. I Gjærvollstadvatnet gikk den stedegne aurebestanden tapt på 1980-tallet. Det ble satt igang kalking og utsetting av fisk i 1992 (350 individ), og vatnet har nå en middels tett aurebestand. I Sævelandsvatnet ble kalkingen avsluttet i 2003, og vatnet har nå en middels tett aurebestand. Det er grunn til å anta at både Gjærvollstadvatnet og Sælelandsvatnet vil opprettholde gode aurebestander uten kalking. Aurebestanden i Oppåntavatnet lengre øst har også tatt seg opp i seinere år, og vurderes nå som middels tett. Handelandsvatnet (drenerer vestover) i nordvest blir for øvrig kalket. Rutlevatnet har imidlertid fortsatt en tynn aurebestand sjøl om det har vært en viss økning i seinere år. Det er fortsatt forsuringsskader på fiskebestandene i mindre og høyereliggende innsjøer lenger sør. På Ramneheia er Sandvatnet, Struntevatnet og Øyvindshellevatnet fisketomme, mens innsjøene langs riksvei 465 har tynne bestander; Skittvatnet, Midtvatnet og Måvatnet (Alf Kåre Friestad pers. medd.). Lauvlandsvatnet helt øst på Ramneheia blir kalket, og har nå en god aurebestand. Øvre deler av Nesheimvassdraget i vestlige deler har fortsatt et forsuringsproblem. Her kalkes Ulgjellvatnet, som drenerer til Kleivlandsvatnet og videre ned i Prestvatnet og Nesheimsvatnet. Bekken fra Prestvatnet opp til Kleivlandsvatnet har vært kalket med skjellsand i 20 år (Jan Fredrik Sundt pers. medd.). I Krossvatnet på høydedraget øst for Ulgjellvatnet har aurebestanden gått tapt. De fleste innsjøene ved Eidsfjorden nord for Ulgjellvatnet har fortsatt tynne aurebestander, som Råna, Stemtjern og Frøystivatnet (Alf Kåre Friestad pers. medd.). Derimot har Stemtjern sør for Sigersvoll en god aurebestand. Det er også tynne betander i innsjøene nordøst for Eidsfjorden; som Skagelivatnet, Rånevatnet og Kjørrkleivvatnet. Brastadvatnet, Prestvatnet og Nesheimvatnet har vært moderat påvirket av forsuring (Jan Fredrik Sundt pers. medd.). Men ut fra at vannkvaliteten har bedret seg i seinere åra, og deres lokalisering under marin grense, er de trolig ikke lenger særlig forsuringspåvirket. Det samme gjelder innsjøene øst for Nesheimsvatnet; Hanangervatnet og Kråkenesvatnet. Disse lokalitetene har gode aurebestander, samt at de også har laks og sjøaure (Alf Kåre Friestad pers. medd.). Fiskebestandene nord for Prestvatnet vurderes heller ikke som forsuringsskadde. Dette gjelder Hallandsvatnet, med gode bestander av aure og røye. Videre har Straumslandsvatnet, Monetjern og Veisevatnet relativt tette bestander av aure. Innsjøer i sørøstlige områder har også gode fiskebestander. Det gjelder for eksempel Viksvatnet med middels tette bestander av røye og aure, og Stemtjern og Hengenestjern med middels tette aurebestander.

Lyngdal Det er fortsatt betydelige forsuringsskader på fiskebestander i Lyngdal. I øst blir flere vatn kalket, som Undelandsvatnet og Vatlandsvatnet. Følgelig blir flere vatn nedstrøms påvirket. Kalkingen av Revsvatnet i Lindenes påvirker vannkvaliteten i flere innsjøer i vassdraget. Vestlige deler av Lyngdal er fortsatt i betydelig grad forsuret. Dette viser vannkjemiske målinger fra Troldevatn (vest for Hellevatn) i Møska/Lygnavassdraget, som inngår i Statlig program for forurensningsovervåking (SFT 2005). Analyseresultatene fra høsten 2004 viste at vatnet fortsatt er kronisk surt, med pH=4,59 og labilt Al=83 µg/L. Rabnevatnet lenger øst i Møskavassdraget kalkes, men har likevel en relativt tynn aurebestand (Hesthagen m.fl. 2006a). Kalkingen av denne greina påvirker også vannkvaliteten i flere lavereliggende innsjøer, med Skolandsvatnet som den nederste. Dette vatnet har nå en middels tett aurebestand (Karsten Benestvedt pers. medd.). Tidligere gikk det laks opp i Møska og Skolandsvatnet, men dette er ikke registrert i seinere år. Det er også flere innsjøer vest for Lygna som kalkes, blant annet Vidringstadvatnet og Kleivvatnet. Øst for Lyngdal kalkes Øygardsvatnet, som påvirker vannkvaliteten i Midttjørn, Biktjørn og Åveslandsvatnet. Det siste vatnet har en middels tett aurebe-

stand, mens de er noe tettere i de andre innsjøene (Håkon Madland pers. medd.). I innsjøer lenger sør på halvøya synes ikke fiskebestandene lenger å ha noe forsuringsproblem. Både Trælandsvatnet, småvatna mellom Steinsland og Fleseland og Steinslandsvatnet har gode aurebestander. Det samme gjelder for aure - og røyebestandene i Børrevatnet og Ramsjordvatnet helt i sør (Bjarne Torkilsen pers. medd.).

Lindesnes Det er fortsatt betydelige fiskeskader pga forsuring i Lindesnes. Relativt mange vatn er enten kalkes eller påvirket av kalking. Det foregår også en del bekkekalking i kommunen. Øst for Audna kalkes Bjåstadvatnet, Vasslandsvatnet, Hellevatnet og strengen nedover til Mærslandsvatnet. I Grundevatnet litt lenger sør har det vært årlig bekkekalking siden midten av 1980-tallet. Vest for Audna blir en del høyereliggende innsjøer kalket, samt flere lokaliteter i hovedstrengen (delvis bekkekalking). Rotjern og Jørenstadvatnet i sørvest blir også kalket. Det er relativt få innsjøer uten skadde fiskebestander i Lindesnes, og arealmessig utgjør de en liten del. Tarvatnet vest for munningen av Audna (ikke kalket) har uendrede aure- og røyebestander. I Fasselandsvatnet i sørøst har fiskesamfunnet også vært uendret i de siste åra, med bestander av aure, røye og abbor. Noen mindre lokaliteter i kystnære områder har også hatt stabile fiskebestander, som Kåfjordtjern. Det skjer også en naturlig gjenhenting av enkelte fiskebestander i Lindesnes. I Brådlandsvatnet (regulert) i Trylandsgreina i nordvest har aurebestanden økt, og den naturlige rekrutteringen synes å være god (Rune Eikeland pers. medd.). Det har også vært en økning av aurebestandene i flere andre innsjøer. Dette gjelder f eks Risdalstjern, der aurebestanden har økt fra tynn til middels tett. I Gloppevatnet har bestanden økt fra middels til tett (Ove Torland pers. medd.).

Mandal De fleste innsjølevende fiskebestandene i Mandal må vurderes som forsuringsskadde. Da har vi unntatt bestandene i noen få innsjøer på marin bunn helt i sør; Jåbekkvatnet, Aurebekkvatnet, Djubovatnet og Skagestadvatnet. Minst 15 innsjøer i Mandal er enten kalket eller påvirket av kalking. Disse er lokalisert i ulike deler av kommunen; blant annet Svinstadvatnet, Åsevatnet og Nomevatnet (påvirket av Mandalselva) i nord, Systadvatnet og Krokvatnet i øst, Aurebekkvatnet, Mjåvatnet, Møglandsvatnet og Moslandsvatnet i vest og Haddelandsvatnet i sørvest. Hoggandvikvatnet i sørvest er ikke kalket, men det er i betydelig grad påvirket av jordbruk og jordbrukskalking. De fleste innsjøene som ikke kalkes er enten fisketomme (tapte bestander) eller har tynne/reduserte bestander. Men fiskebestandene i noen ikke-kalkede innsjøer har også blitt gjenhentet. Ett eksempel er Knipsvatnet sør for Systadvatn i øst, som trolig var fisketomt i en periode. En antar at fisk har vandret inn fra nabovatnet, og idag vurderes bestanden som tett. Forsuringsarealet i Mandal er relativt lite fordi de innsjøene med fiskeskader er relativt små, og det er få innsjøer på østsida av Mandalselva.

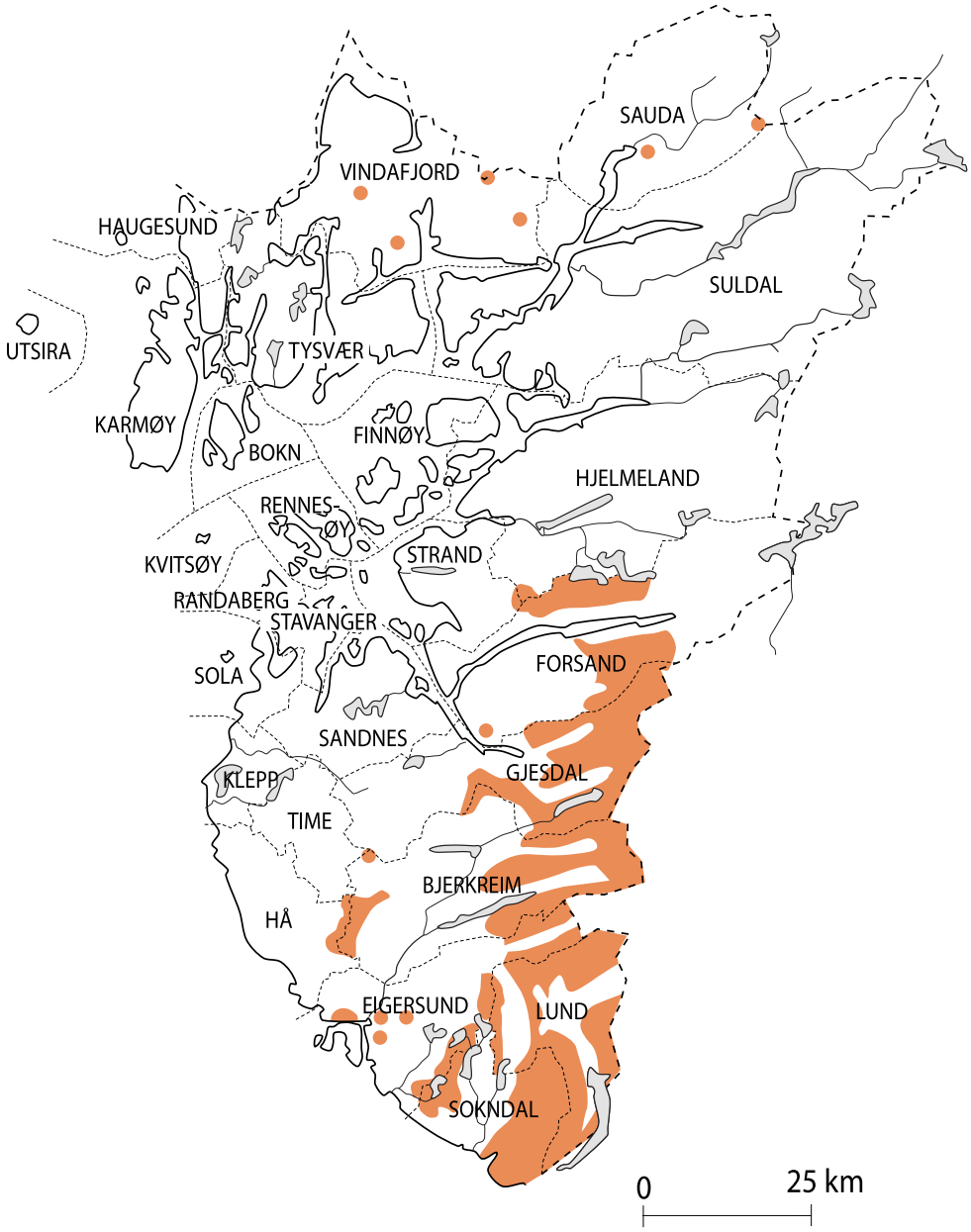
Søgne Det synes å være små fiskeskader pga forsuring i Søgne (Audun Abrahamsen, Torgny Arnfinn Manneråd og Tron Jostein Aamodt pers. medd.). De fleste innsjøer i kommunen har aure og abbor. Lengst i nordvest har Fagrevatnet og Homevatnet gode fiskebestader. I Svemmelands-vatnet, Litlevatnet og Svartvatnet i nord har trolig også gode fiskebestander. Kleivsetvatnet litt lenger vest har en relativ tynn aurebestand, mens abborbestanden nå har blitt reetablert (SFT 2004). Vi velger derfor å inkludere den nordvestlige delen av Søgne som skadeområde. I Repstadvatnet lenger øst reproduserer auren i flere tilløpsbekker, og rekrutteringen synes å være god. Det blir kalket i Tjomsetjern, men det er usikkert hvordan fiskestatus her var tidligere. I Donevannet har røya forsvunnet, men en vet ikke med sikkerhet om dette skyldtes forsuring eller andre faktorer. Det blir kalket for sjøaure i blant annet Trybekken. Det knytter seg usikkerhet til fiskestatus i noen vatn nord for Tangvall/Kleppland; f eks Stemvatnet, Mjunevatnet og Stemvatnet. Et mulig forsuringsareal rundt disse innsjøene er uansett svært lite.

Kristiansand Et flertall av fiskebestandene i kommunen må fortsatt vurderes som forsuringsskadde. Her er nærmere 30 innsjøer og 10-15 bekker påvirket av kalking. Effekten av kalkingen på fiskebestandene i Kristiansand synes å være god. Det blir også satt ut aure i en del innsjøer, og dette har gitt positive resultatater. Aure er den vanligste fiskearten, men mange innsjøer har også abbor. I tillegg har noen lokaliteter røye, sik og karuss. Det har vært en bedring av bestandsforholdene hos fisk i noen ikke-kalkede innsjøer, som f eks i Hamrevatnet øst for

munningen av Tovdalselva. Aurebestanden i denne lokaliteten har utviklet seg fra tynn til middels tett i løpet av de siste åra. Men den omfattende kalkingen gjør det vanskelig å avdekke mulig naturlig gjenhenting av forsuringsskadde fiskebestander. Noen innsjøer langs Topdalsfjorden og Ålefjærfjorden har naturlig god vannkvalitet pga beliggenheten på marin bunn (under 35 moh).

3.3.10 Rogaland

Det er fortsatt store skader på innsjølevende fiskebestander pga forsuring i Rogaland. Men skadearealet er halvert i løpet av de siste 15 åra, og er nå på 1.305 km². Fiskeskadene er størst i sørøstlige deler av fylket.



***Figur 13**. Områder med forsuringsskadde fiskebestander i Rogaland pr. 2006. Areal mindre enn 15 km² er angitt som ett punkt.*

På 1970-tallet ble det påvist forsuringsskadde fiskebestander innen 41 % av Rogalands areal (Sevaldrud & Muniz 1980). Skadeområdene omfattet i første rekke en sammenhengende strekning i øst mot fylkesgrensa til Vest-Agder, fra Åna Sira i sør over Blåfjell til Førrelva i nord. Avgrensingen mot vest var noe vanskeligere å angi, men det fulgte stort sett Bjerkreimsvassdraget, fra Egersund i sør til dette støtte mot Dirdalsvassdraget i Maudal. Forsuringsområdet fulgte så dette vassdraget nordvestover til Dirdal/Frafjord og videre over Lysefjorden ved For-

sand til Jørpeland. Derfra gikk grensa nordøstover gjennom Tysdal til Førrelvas utløp i Jøsenfjorden. I tillegg var det et mindre område i Saudafjellet, mot Hordaland fylke. Forsuringsskadene var størst i høyereliggende og indre deler av fylket, der praktisk talt alle innsjøer var fiskefomme. Her ble de første fiskeskadene tydelige allerede på 1930-tallet. Skadene i Rogaland økte i omfang i løpet av 1980-tallet (Hesthagen m.fl. 1994). Økte skadetall skyldtes nok også i noen grad en bedre kartlegging, som f eks i Ognavassdraget på Jæren (Hesthagen m.fl. 1982).

Den den offentlige innsjøkalkingen i Rogaland kom gang allerede i 1983, men de fleste prosjekt-ene startet etter 1990. I dag blir rundt 225 innsjøer enten kalket eller påvirkes av kalking. I over 50 innsjøer er kalkingen nå avsluttet. I perioden 1998-2004 ble det gjennomført fiskebiologiske under-søkelser i rundt 100 kalkede innsjøer (Nordland 1998, 2000, Robbestad 2001, Muniz 2002, Røsland & Ledje 2003, Røsland 2004, Ledje & Røsland 2005).

Rogaland har fortsatt store fiskeskader pga forsuring, med et samlet areal på 1.305 km^2 (**figur 13, tabell 2 & 12**). Men dette innebærer at skadearealet er halvert i løpet av de siste åra. De største problemområdene ligger fortsatt i sørøstlige deler av fylket; i Forsand, Gjesdal, Bjerkreim, Lund og Sokndal kommuner. pH-kart fra 1980-tallet sammenliknet med i 2002 og 2007, viser at vannkvalitet hadde bedret seg klart (Enge & Lura 2003, Enge 2008b). Etter 2002 har det imidlertid vært små pH-endringer. En gjennomgang av fiskestatus i fjellområdene i Rogaland viser betydelige skader (Enge 2008a).

***Tabell 12**. Kommunevis fordeling av areal med forsuringsskadde fiskebestander i Rogaland pr. 2006.*

Kommune-nr	**Kommune**	**Areal** (km^2)
1106	Haugesund	0
1146	Tysvær	0
1154	Vindafjord	24
1135	Sauda	28
1134	Suldal	14
1133	Hjelmeland	16
1141	Finnøy	0
1130	Strand	11
1129	Forsand	188
1122	Gjesdal	211
1114	Bjerkreim	224
1112	Lund	241
1111	Sokndal	182
1101	Egersund	119
1119	Hå	35
1121	Time	12
Alle		1.305

Haugesund Forsuringen i Haugesund har et svært lite omfang. Det var tidligere påvist bestands-reduksjon hos aure i Krokavatnet (157 moh) øst for Kattanakk. Her ble det satt igang kalking i 1988. Men vannkvaliteten i innsjøen har trolig bedret seg klart uten kalking.

Tysvær Det har tidligere vært fiskeskader i Tysvær som trolig skyldtes forsuring. Men ut fra de begrensede skadene og de vannkjemiske målingene i seinere år (jfr Enge & Lura 2003), antar vi at Tysvær ikke lenger har fiskebestander som er særlig påvirket av forsuring.

Vindafjord Tidligere hadde Vikedalsvassdraget betydelige fiskeskader, med flere tapte og reduserte bestander (SFT 1984a). I løpet av de siste 10-15 åra har auren i flere innsjøer hatt en klar bestandsøkning, som i Risvatnet og Flotavatnet. Begge disse lokalitetene har nå middels tette aurebestander. De inngår i Statlig program for forurensningsover-våking, med årlig elfiske

og vannprøvetaking i tilløpsbekker (SFT 2007). Tettheten av aureunger i vassdraget har økt klart i seinere år, samtidig som vannkvaliteten har bedret seg (Hesthagen m.fl. 2001). Men fortsatt er fisken i en del innsjøer sør for Risvatnet forsuringsskadet, som de lokalisert mellom Gullvassnuten og Kaldanuten. Fiskebestanden i Lysevatnet vest for Flotavatnet er også fortsatt forsuringsskadet, og innsjøen blir kalket. I nord er det et lite forsuringsområde på Vardafjell nord form Viland, der Mosarevvatnet og Stemmevatnet (Stemmen) har vært kalket siden 1992. I Stokkadalsvatnet øst for Vatsfjorden ble aurebestanden skadet på slutten av 1960-tallet. Vatnet ble kalket på 1990-tallet, og har nå en tett aurebestand (Dagfinn Torsveit pers.medd.). Det har ikke vært satt ut fisk i denne innsjøen i løpet av de siste 10-15 åra.

Den 1. januar 2002 ble Ølen kommune i Hordaland overført til Vindafjord kommune. En undersøkelse på midten av 1990-tallet påviste lav pH og skadde aurebestander i noen innsjøer i Ølen kommune (Rådgivende Biologer 1997). Det ble også satt igang noen kalkingsprosjekt på 1980/90-tallet. Men i 1995 ble det ikke påvist forsuringsrelatert rekrutteringssvikt hos aure en del undersøkte elver. Vannkjemiske målinger i 2002 og 2007 viste at enkelte innsjøer i Ølen fortsatt har noe lav pH (Enge & Lura 2003, Enge 2008b). En kan derfor ikke se bort fra fiskeskader pga forsuring. Men Ølen har bare relativt få og små innsjøer, så skadeomfanget for fisk er eventuelt lite.

Sauda Det er et mindre forsuringsområde helt vest i kommunen, der Storavatnet ble kalket fram til og med 2005. Innsjøen drenerer til Øvrastølsvatnet og videre ned i Vårstølsvatnet, som altså ble påvirket av kalkingen. Noen mindre innsjøer øst for Børkjelandsnuten (Svortetjørna) rundt 5 km vest for Sauda, samt Vatndalsvatn og Nelingstjern litt lenger sør ble også kalket fram til 2005. I øst er Vassdalsvatnet og tjernet i Vassdalen kalket. Disse innsjøene drenerer til Holmavatnet. Dette forsuringsområdet strekker seg trolig sørover til området rundt Nyggjelebeitvatnet. Ut over dette har trolig ikke Sauda flere forsuringsskadde fiskebestander. Vannkjemiske målinger skulle heller ikke tilsi særlige fiskeskader pga forsuring (jfr Enge & Lura 2003). Noen steder har det vært kalket i privat regi, uten at det trolig har hatt særlig betydning for bestandssituasjonen. Dette gjelder blant annet Svartavatnet øst for Finnabunuten. Hos innsjølevende aurebestander i Sauda synes rekrutt-eringen i stor grad å være bestemt av tilgangen på gyteområder (Jan Gunnar Weiseth pers. medd.). Flere innsjøer i Sauda har nå relativt tette aurebestander, noe som har vært økende i seinere år. I dag har Sauda få vatn med tynne fiskebestander, bortsett fra en del reguleringsmagasin. Kommunen har for øvrig mange regulerte innsjøer, og dette har virket negative på de aktuelle aurebestandene. Dette gjelder blant annet Svartavatnet og Sandvatna i nordøst, som begge har tynne aurebestander. Derimot er det gode bestander i Holmavatent, Finnflotvatnet, Førstadvatnet og Dalvatnet lenger ned i vassdraget. Helgedalsvatnet i nord har også en god aurebestand til tross for at det er regulert. Ellers mangler vi bestandsstatus for en del høyereliggende innsjøer. Kart-leggingen på 1970-tallet viste at mange innsjøer i Sauda alltid har vært fisketomme pga manglende gytebekker og utsettinger (Sevaldrud & Muniz 1980).

Suldal Gunstige geologiske forhold med innslag av fyllitt gjorde at forsuringen ikke har vært spesielt omfattende i Suldal. Auren har trolig rekruttert gjennom hele perioden med sur nedbør, som i østlige deler av kommunen (Odd Kjos Hansen pers. medd.). I dag er det antatt at Suldal ikke har særlig mange forsuringsskadde fiskebestander. Det er rapportert om at tettheten av aure i flere innsjøer har økt fra tynn til middels tett i seinere år. Kalkingen er avsluttet i seks innsjøer i Suldal, og det foregår ikke lenger kalking i offentlig regi. Det er trolig fortsatt tre mindre forsuringsområder med fiskeskader i Suldal. Ett av disse områdene ligger i vest på grensa mot Vindafjord, der fiske-bestandene i de to nederste Revavatna har gått tapt. Det samme gjelder Borgavatnet og Kroka-vatnet (Ole Johan Ilstad pers. medd.). Disse bestandene forsvant trolig på 1960-tallet. Fisken døde imidlertid ikke helt ut i det øverste Revavatnet. På 1980-tallet ble det satt ut bekkerøye i Revavatna, men den vandret ut og ble borte. I 2004 ble det tilført skjellsand i innløpsbekken til det midtre Reva-vatnet, samtidig med at det er satt ut villfisk fra vassdraget. Kaldavatna har trolig også tapte fiske-bestander pga forsuring. I Store Kaldavatnet ble det brukt dynamitt for 10-15 år siden, og etter det ble fisken borte. Aurebestanden i Fagravatnet nord for Revavatnet gikk tapt pga forsuring (grensevatn til Etne). Slette-

dalsvatna i nord mot Sauda og Odda har en relativt marginal vann-kvalitet (Eskil Nerheim pers. medd.). Det knytter seg usikkerhet til statusen hos auren i disse vatna, men trolig har bestandene alltid vært naturlig tynne. I øst kan aurebestandene i Leirdalsvatna være påvirket av forsuring, men status er usikker (Espen Enge pers. medd.). Det kan for øvrig være en restbestand i Holmavatnet lenger oppe i vassdraget. Suldal har mange høyereliggende innsjøer (>1000 moh) med naturlig tynne bestander pga dårlige gyteforhold. En del av disse lokalitetene er også fisketomme pga manglende gytebekker. Det har vært utsettinger i noen av disse innsjøene, men i seinere år er noe av denne kultiveringen avsluttet. I Suldal er relativt mange innsjøer regulert, og det har påvirket fiskebestandene i negativ retning.

Hjelmeland Forsuringsskader på fisk begrenser seg nå til noen få innsjøer (Jarl Austigard, John Austigard og Jostein Nørstebø pers. medd.). Den omfattende bedringen av bestandsforholdene startet på midten av 1990-tallet, og ble tydelig på slutten av dette ti-året (Jostein Nørstebø pers. medd.). Seks innsjøer i sørvestlige deler av kommunen kalkes pga laksen i Jørpelandsvassdraget; Longavatnet, Furenesvatnet, Svartavatn, Skivatnet, Gamlestølstjern og Høgavatnet. De fire siste innsjøene er grensevatn til Strand og Forsand kommuner. Kalkingen er for øvrig avsluttet i flere vatn i Hjelmeland; som Hillravatnet, Venevatnet, Larsgardstjern, Svarefjellstjern og Krokevatnet. I tillegg kommer noen grensevatn; Gunnstølvatn (Finnøy), Holmavatnet (Strand) og Sandvatn (Årdal og Forsand). De innsjøene som idag er fisketomme har trolig aldri hatt fisk, eller at bestandene har gått ut pga dårlige gytemuligheter eller manglende utsettinger. Hjelmeland har få naturlig tynne aurebestander, idet gytearealene til de fleste innsjøene vurderes som tilstrekkelig til å opprettholde en god rekruttering (Jostein Nørstebø pers. medd.). Sjøl større regulerte innsjøer som Nilsebu-vatnet, Strandavatnet og Lyngsvatnet har middels tette aurebestander med god rekruttering. Det blir derfor gjennomført kutt eller reduserte utsettinger i disse magasinene (Jostein Nørstebø pers. medd.). I Blåsjømagasinet har det ikke vært satt ut fisk i løpet av de siste 20 åra. Aurebestanden i magasinet er tynn, men det kan skyldes at tilgangen på gyte- og oppvekstområder er dårlig. Størrelsen og kvaliteten på fisken i magasinet er fin, idet individ på 3-4 kg kan inngå i fangstene. Fysiske inngrep i forbindelse med vassdragsreguleringer har ført til tynne aurebestander i flere vatn. Enkelte steder har kanalisering skadet rekrutteringen hos aure. Ellers har innsjøer i området svært ionefattig vatn (Espen Enge pers. medd.). Det forekommer fortsatt bekkerøye i Storådalen.

Finnøy På Ombo ble Gunnstølvatnet kalket tidligere (grensevatn til Hjelmeland). En undersøkelse i 1998 viste at vatnet hadde en middels tett aurebestand, med høy yngeltetthet på utløpet (Nordland 1998). Det antas at dette vatnet nå opprettholder en god fiskebestand uten kalking.

Strand På 1970-tallet ble det registrert forsuringsproblemer hos fisk i noen innsjøer mellom Tysdal og Lysefjorden. Tidligere var en del fiskebestander i øst mot Jørpeland også forsuringsskadde, og i en periode ble flere innsjøer kalket (Øyevatnet, Nagatjern, Krokavatnet, Botnatjern og Timmer-vatnet). I dette området kalkes nå Dalavatnet, Hengjandevatnet, Liarvatnet og Tintusvatnet for å bedre vannkvaliteten for laksen i Jørpelandsåni. Tidligere var mange vatn på heia i Strand kommune nærmest fisketomme og sterkt sure, med pH under 5,0 (Espen Enge pers. medd.). Det er derfor grunn til å tro at flere fiskebestander i dette området ville ha vært skadet uten kalking.

Forsand Det knytter seg en del usikkerthet til omfanget av forsuringsskadde fiskebestander. Dette skyldes blant annet problemet med å identifisere de relativt mange innsjøene som aldri har hatt fisk (Espen Enge pers. medd.). I en del innsjøer uten gytebekker er fiskebestandene gått ut pga manglende utsettinger i seinere år. Vannkvaliteten i innsjøer i Forsand har bedret seg i perioden 1980-85 og 2002 (Enge & Lura 2003). For 20-25 år siden var mange innsjøer i østlige og sørøstlige strøk (sør for Lysefjorden) kronisk sure, med pH under 5,0. Nå er ingen innsjøer i disse områdene lenger så sure, idet pH i hovedsak ligger på 5,0-6,0. Men deler av området nord for Lysefjorden må fortsatt vurderes som forsuret. For rundt 15 år siden hadde flere innsjøer i dette området tapte fiskebestander, som i Rundtjørn, Kvernavatnet, Storlitjørn og Mørkbuvatnet sør for Sandvatnet. Det samme gjaldt Fylgjesdalsvatnet noe lenger øst. I tillegg var det flere reduserte bestander. Vi mener derfor at fiskebestandene i området fra Ski-

vatnet nord for Splitthorn og østover til Fylgjesdalsvatnet fortsatt er forsuringsskadet. Skivatnet, Gamlestølstjern og Høgavatnet på grensa til Hjelmeland blir for øvrig kalket. Rett sør for Lysefjorden er det et større sammenhengende forsuringsområde som strekker seg helt til grensa mot Gjesdal, med Bakkaknuten som vestligste punkt (unntatt Indredalen). I øst strekker det seg til reguleringsmagasinet Akslaråtjern/ Store Tjodanvatnet. I dette området blir flere vatn kalket. Det knytter seg størst usikkerhet mht fiske-status i innsjøer i østligste deler av Forsand. Men de fleste fisketomme innsjøene i dette området har trolig aldri hatt fisk (Espen Enge pers. medd.). I sørlige områder, dvs sør for Lysedal, er tre innsjøer sterkt regulert; Akslaråtjern/Store Tjodanvatnet, Lille Tjodanvatnet og Andersvatnet. Alle disse magasinene har tynne aurebestander, noe som trolig skyldes reguleringene. Lengst øst har Svartevassmagasinet en tynn aurebestand, noe som trolig skyldes en kombinasjon av forsuring og regulering. Det er også et lite forsuringsområde lengst vest i Forsand, som omfatter Byrkjelands-vatnet og Stølsvatnet nord for Byrkjeland.

Gjesdal Det er fortsatt betydelige fiskeskader pga forsuring i Gjesdal (Espen Enge pers. medd.). Men skadeområdene begrenser seg til sentrale og østlige deler av kommunen. Dette er høyere-liggende områder, der de fleste innsjøene er lokalisert 600-800 moh. En del innsjøer i tre forskjellige områder blir kalket. I nord gjelder det flere innsjøer fra Svampaknuten mot Forsand (Hellradalen), noen vatn rundt Brådlandsvatnet i øst (Store Brådlandsvatnet, Djupavatnet og en mindre innsjø lenger øst). I sørøstlig retning kalkes en del lokaliteter i området fra Trollakyrkja (Nedre Bleiavatnet) og østover til Langavatnet og Bergatjern. Østlige deler er et nærmest sammenhengende forsurings-område, bortsett fra lavere strøk som Fidjadalen og Øvstabødalen. Sør for Øvstabødalen i sørøst strekker området seg til nedre Bleiavatnet i vest og hele området øst for Myrtjørna/Store Myrvatnet (reguleringsmagasin). Større innsjøer i dette området er Holavatnet, Krokavatnet og Øyavatnet. Nord for Øvstabødalen strekker forsuringsområdet seg fra Dypingsvatnet i vest og videre østover, bortsett fra nedre deler av Fidjadalen. Inkludert er også et mindre område mellom Svampaknuten og Hellradalen vest for Fidjvatnet. Det er også et mindre forsuringsområde vest for Dirdalsåni, fra Stølsvatnet i nord til Djupavatnet nord for Helgefjell i øst og sørover til Bukkafjellet på grensa til Bjerkreim.

Bjerkreim Det er fortsatt betydelige fiskeskader pga forsuring i Bjerkreim, spesielt i høyereliggende strøk lengst øst (Espen Enge pers. medd.). Her blir 27 innsjøer kalket for å bedre forholdene for innlandsfisk. I tillegg blir Austrumdalsvatnet og Hofreistæ kalket for å bedre vannkvaliteten for laksen i Bjerkreimselva. I fire vatn i Bjerkreim er kalkingen avsluttet. I vest er det et mindre forsuringsområde som i nord strekker seg til Laksesvelafjellet, i sørøst til Steinvatnet og i vest til Homsevatnet (grensevatn til Hå). Det er også et lite forsuringsområde helt i nordvest, nord for Oslandsvatnet og Ellivatnet, på grensa mot Time og Gjesdal. I nord er det et forsuringsområde som strekker seg fra høydedraget nord for Romsvatni og helt opp til Vådlandsknuten på grensa til Gjesdal, mens det i øst omfatter Ramsvatnet. Fiskebestandene i høyereliggende områdene i øst er fortsatt forsuringsskadde, dvs øst for Espelandsflæet og Hofreistæ. Unntaket er i hovedsak fiske-bestandene i Austrumdalsvatnet og Ørsdalsvatnet, samt noen lavereliggende og mindre innsjøer i nærheten av disse lokalitetene. Vankvaliteten og rekrutteringen hos aure i en del bekker til innsjøer i Bjerkreimsvassdraget har tidligere inngått i Statlig program for forurensningsovervåking (Hest-hagen m.fl. 2001, SFT 2006). Det har vært en klar økning i tettheten av aureunger i disse bekkene i løpet av de siste åra, samtidig som vannkvaliteten har blitt bedre.

Lund En dominerende del av de innsjøelevende fiskebestandene i kommunen gikk enten tapt eller ble skadet pga forsuring. I de aller fleste høyereliggende innsjøer må fiskebestandene fortsatt vurderes som forsuringsskadde (Espen Enge pers. medd.). Hovedtygden av disse lokalitetene ligger i sørlige deler av kommunen, fra Fagervatnet og sørover til Åvedalsvatnet. Her foregår det en betydelig kalkingsvirksomhet, som omfatter nærmere 60 lokaliteter (kalkes enten direkte eller påvirkes av kalking lenger opp). Kalkingen er avsluttet i minst 11 innsjøer, fordelt på ulike deler av kommunen. Dette gjelder blant annet Hammersmarkvatnet i nord, grensevatnet til Sirdal i Vest-Agder. Ellers er det trolig bare fiskebestandene i de større og lavere-

liggende innsjøene som ikke lenger er påvirket av forsuring. Fiskebestandene i Lundevatnet er ikke vurdert som forsurings-skadde.

Sokndal Fiskebestandene i innsjøer i hele østlige deler av Sokndal vurderes fortsatt som forsuringsskadde (Espen Enge pers. medd.). Området strekker seg fra Linborgvatnet i nord til sør-lige deler av Steinsvatnet. Deretter fortsetter området rett sør, inkludert et mindre område vest for Jøssingfjord. Her er 30 innsjøer enten kalket eller påvirket av kalking. Innsjøer i vestlige områder har bedre vannkvalitet enn de i østlige deler (Enge & Lura 2003). Men det er også betydelige skader på fiskebestander i denne delen av kommunen. Dette omfatter området vest for Eiavatnet og Barstadvatnet og videre vestover til Egersund. Spjotvatnet (grensevatn til Egersund) er trolig fortsatt fisketomt eller har en svært tynn aurebestand. I Barstadvatnet, Strandlivatnet og et tjern ved Tosketjern (Lund kommune) er kalkingen avsluttet, men fiskebestandene synes likevel å være gode. Innsjøer i sørvestlige deler nær kysten har gode aurebestander. Birkelandsvatnet ved Gyland har en middels tett aurebestand av stedegen stamme.

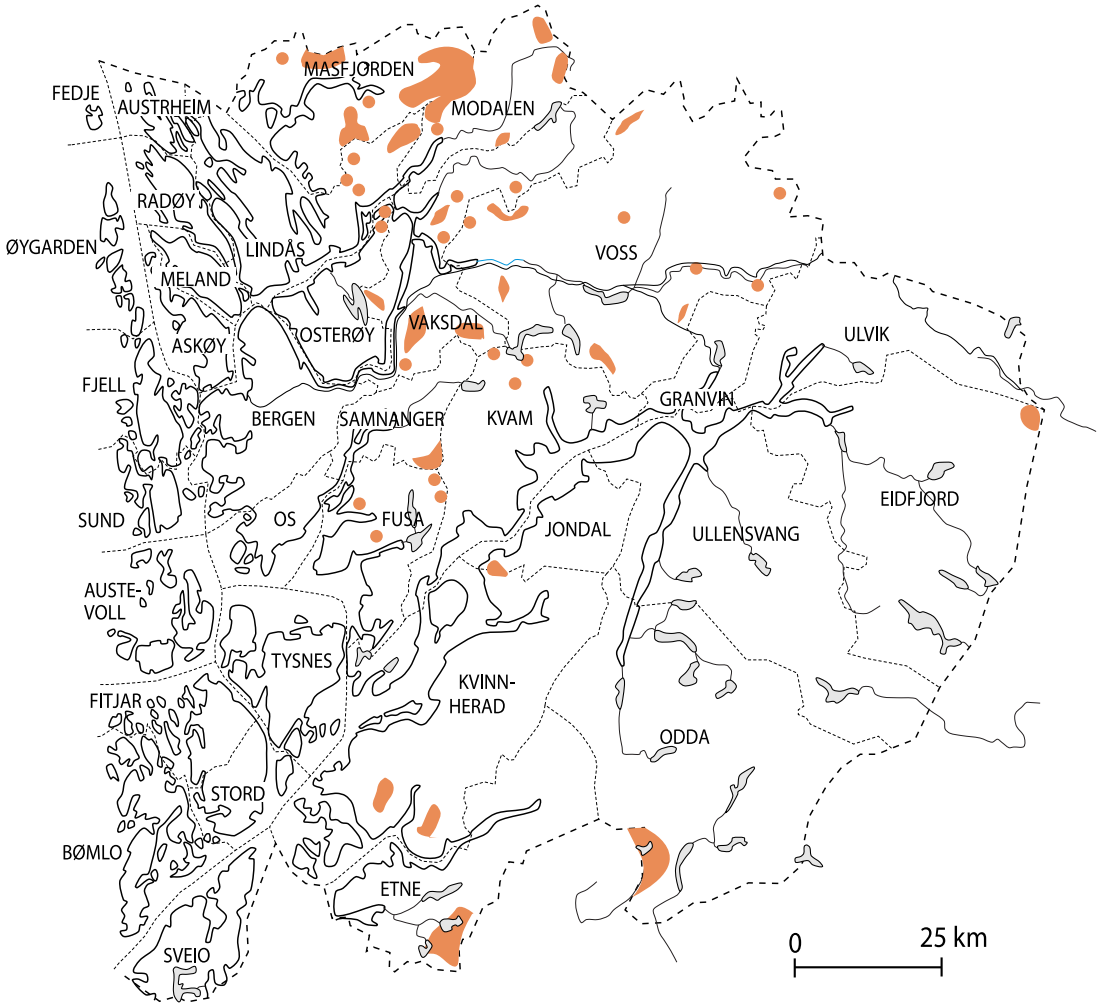
Egersund I nordlige og østlige deler av kommunen er innsjøene fortsatt sure (Enge & Lura 2003). Nærmere 30 innsjøer er enten kalket eller påvirket av kalking. Disse lokalitetene er spredt over store deler av kommunen, bortsett fra nordøstlige deler. De østligste innsjøene som er kalket omfatter Hommatjern, Holmavatnet, Grøsfjellvatnet og Eptavatnet. I sørvest er det bare Kjerringtjern som blir kalket. Foreløpig er ingen innsjøkalkinger i Egersund avsluttet pr. 2006. Helt i øst blir fiskebestander både nord og sør for Gyavatnet/Gyaåni og østover til Sirdal (Vest-Agder) vurdert som forsuringsskadde. Videre vestover er det et nærmest sammenhengende forsuringsområde fra sør for Teksevatnet og langs grensa mot Lund/Sokndal til Mjåvatni og Avendalsvatn nord for riksvei 44. Unntatt er Grøsfjellvatnet der fisken ikke vurderes som forsuringsskadet. Det er usikkert om fiskebestandene i innsjøer sør for riksvei 44 er forsuringsskadde, men dette området har uansett få lokaliteter. Vestover er det flere mindre skadeområder; (i) rundt Kjerrvallvatnet, (ii) et område øst for Egersund, (iii) fra Langevatnet og nord til Furetjørn øst for Fotlandsvatnet, (iv) Stølsfjellsområdet og nord til Dypingstjørn og (v) grenseområder til Hå, mot Øvre Forevatnet. Det er usikkert om fiskebestandene på Søre-Eigerøy er forsuringsskadde.

Hå Det fins fortsatt en del forsuringsskadde fiskebestander i østlige deler av kommunen, mot Bjerkreim. Vannkjemiske målinger viser at området har mange sure innsjøer, med pH < 5,0 (Enge & Lura 2003). Idag blir tre innsjøer i området kalket; Rannveigtjern, Mjølhustjern og Dypingstjern. Forsuringsområdet strekker seg fra Stølsvatnet helt i nord, med større innsjøer som Vollskards-vatnet, Hagavatnet, Homsevatnet, Hundsvatnet og Helgåvatnet. I vest går området til Gulldrap-vatnet og Tvitjørna og nedover til Holmavatnet. Fiskebestandene i Ualandsvatnet og Øvrebøvatnet er ikke forsuringsskadde. Sør for Ogna fortsetter forsurinsgsområdet til nordre Krokvatnet.

Time Det er kun et lite forsuringsområde i sørøstlige deler av Time. Det gjelder noen innsjøer øst og sør for Hellefjellet, der Ljosvatnet, Lågvatnet og Tjorsvatnet kalkes. Videre blir de tre Hellevatna litt lenger sør kalket. Tidligere ble det rapportert om skadde fiskebestander i noen vatn lenger vest; Fårevatnet, Fiskelaus, Røyrvatnet, Grunnavatnet og Hellevatnet. Grunnavatnet er kronisk surt, med pH=4,91 våren 2002 (Espen Enge pers. medd.). Fiskebestandene i disse innsjøene er derfor trolig forsatt forsuringspåvirket.

3.3.11 Hordaland

Det har vært en sterk reduksjon i areal med forsuringsskadde fiskebestander i Hordaland i løpet av de siste 15 åra. Disse områdene dekker nå et areal på 537 km², som innebærer en reduksjon på 75 %. Masfjorden, Modalen, Vaksdal, Voss og Etne har de største områdene med forsuringsskadde fiskebestander.



Figur 14. *Områder med forsuringsskadde fiskebestander i Hordaland pr. 2006. Areal mindre enn 15 km² er angitt som ett punkt.*

På slutten av 1970-tallet ble det påvist flere forsuringsområder med skadde fiskebestander i Hordaland (Sevaldrud & Muniz 1980). De største skadeområdene ble lokalisert på fjellet mellom Etne og fylkesgrensa til Rogaland i Sauda kommune, på Folgefonnhalvøya og i Masfjorden/Matre kommuner mot Sogn og Fjordane. I tillegg ble det registrert sure vatn og indikasjoner på forsurings-skader hos fisk i innsjøer i Ølen, Kvam, Samnanger, Vaksdal og Voss kommuner. I løpet av 1980-tallet var det en sterk økning i forsuringsskadde fiskebestander i Hordaland (Hesthagen m.fl. 1994). På 1990-tallet ble det utarbeidet en egen rapport om vannkvalitet og fiskestatus i fylket (Johnsen m.fl. 1997).

Fra 1990 og fram til 2006 har det vært en betydelig reduksjon i områder med fiskeskader i Hordaland (**figur 14**). Dette arealet utgjør nå bare 525 km², mot hele 2.069 km² rundt 1990

(**tabell 2 & 13**). Voss, Odda, Masfjorden, Vaksdal og Etne kommuner har de største fiskeskadene.

***Tabel 13**. Kommunevis fordeling av areal med forsuringsskadde fiskebestander i Hordaland pr. 2006.*

Kommune-nr	**Kommune**	**Areal** (km^2)
1266	Masfjorden	92
1252	Modalen	62
1263	Lindås	25
1253	Osterøy	2
1251	Vaksdal	53
1235	Voss	116
1201	Bergen	0
1242	Samnanger	13
1241	Fusa	10
1238	Kvam	26
1234	Granvin	0
1233	Ulvik	0
1227	Jondal	1
1224	Kvinnherad	33
1231	Ullensvang	0
1232	Eidsfjord	6
1228	Odda	22
1211	Etne	76
Alle		537

Masfjorden Tidligere hadde Masfjorden omfattende fiskeskader pga forsuring. Men i løpet av de siste 10-15 åra har det vært en betydelig bedring av bestandsforholdene i kommunen (Olav Tverberg pers.medd.). En del høyereliggende innsjøer har naturlig tynne fiskebestander. Det er i enkelte områder fortsatt betydelig fiskeskader, som i fjellområdene rundt Sørdalseggene og Røyrdalsfjellet. Dette utgjør et mer eller mindre sammenhengende skadeområde. Ved prøvefiske i ett av vatna i 1997 (Endeløysa), ble det fanget én aure (Hellen m.fl. 2004a). De store reguleringsmagasinene på grensa til Modalen i sørøst har tynne bestander med fisk av god kvalitet; Storavatnet, Svartavatnet og Hjortevatnet. Aurebestandene i disse innsjøene var tidligere vurdert som tapte. Det er pålegg om utsettinger i alle disse magasinene. I 2004 ble det registrert naturlig rekruttering hos aure på innløpet av Hjortevatnet. Aurebestandene i disse innsjøene blir fortsatt vurdert som skadet pga av manglende eller svak naturlig rekruttering. De fleste innsjøene i nordøstlige deler av kommunen har nå trolig fisk. Fiskebestandene i grenseområdene i både nord og vest er nå i liten eller ubetydelig grad påvirket av forsuring. I nord er alle de større innsjøene regulert, med pålegg om utsettinger. Disse lokalitetene har tynne aurebestander, som trolig er normalt for disse lokalitetene pga dårlige gyteforhold. Bestanden i Stordalsvatnet i nordvest blir vurdert som middels tett, og her blir det også fisket en del. Lenger sør hadde Grønlivatnet og Skrelivatnet tidligere tapte bestander. Begge innsjøene har i dag middels gode bestander. Det er ikke kjent at det har vært satt ut fisk i disse lokalitetene. Reetableringen må derfor ha skjedd ved naturlig innvandring, enten fra restbestander i tilløpsbekker eller fra ovenforliggende lokaliteter. I Grønlivatnet ble det tatt én fisk på 1 kg i 1994. Bestanden i Fagerdalsvatnet (533 moh) oppstrøms Grønlivatnet har utviklet seg fra tynn til middels tett, mens bestanden i Rundevatnet (545 moh) er naturlig tynn. Lille Hummelvatnet (251 moh) sørvest for Store Hummelvatnet ble opplyst å ha en tynn/redusert bestand. Ved et prøvefiske i 1997 ble det ikke fanget fisk i denne innsjøen (Hellen m.fl. 2004a). Ut fra de vannkjemiske målingene kan det ikke utelukkes at innsjøen er forsuringspåvirket, men gytemuligene synes å være svært dårlige.

Sør for Matresfjorden og øst for Kalvvikefjellet, er det et lite område der auren er tapt i 4-5 mindre innsjøer. I 2001 ble det satt ut røye i disse lokalitetene, og den har overlevd. Området blir likevel vurdert som fortsatt forsuringsskadet fordi aure enda ikke er reetablert. Storevatnet og Langevatnet vest for dette området hadde tidligere tynne/reduserte bestander, men de har nå middels tette/gode bestander. Bestanden i Storevatnet blir relativt hardt beskattet av hytteeiere i området. I Gangløysa oppstrøms Langevatnet gikk aurebestanden tapt rundt 1990. Her er det etablert en ny bestand, men som fortsatt er tynn. Godbotnsvatnet videre oppstrøms har også en tynn aurebestand.

Videre sørvestover er det et litt større forsuringsområde fra Horgi og nordover. Her hadde flere større vatn tidligere reduserte bestander, som Storevatnet (11 moh), Kvingevatnet, Nufsvatnet, Meisdalsvatnet, Kupevatnet og Storevatnet (396 moh). Bestandene i Blådalsvatnet og Kupevatnet ble også vurdert som tynne, men de hadde økt noe fram til rundt 1990. Alle bestander som tidligere var tynne i dette området er nå enten middels tette eller tette. Videre var det tapte bestander i Trolldalsvatnet (nord for Kupevatnet), synste Langevatnet og Svartevatnet litt lengre øst (580 moh). I Trolldalsvatnet er det satt ut aure og har nå en tynn bestand. Området har flere mindre vatn der fiskebestandene trolig fortsatt er skadde eller tapte. Dette forsuringsområdet fortsetter ned til synste Langevatnet. Fiskestatus for denne lokaliteten er noe usikker, men den har trolig en tynn bestand. Dette forsuringsområdet fortsetter videre vestover til Svartevatnet (580 moh), der aurebestanden er tapt. Fiskebestandene i et par andre høyereliggende innsjøer i området er trolig også skadde eller tapte. Vi velger å angi fiskebestandene fra Kupevatnet og nordover til Vardefjellet og Gråsida som fortsatt forsuringsskadde.

Vestre Klefjellvatnet (417 moh) sør for Storevatnet (396 moh) inngår som referanselokalitet for kalkede innsjøer i Hordaland (Hellen m.fl. 2004a, Hellen & Brekke 2005). Prøvefiske foretatt i 1998 og 2004, viste at innsjøen har en middels tett aurebestand. Det ble påvist jevn årlig rekruttering i perioden 1992-2003. Vannprøver viste at innsjøen er noe påvirket av sur nedbør, med pH=5,43 og labilt Al=13 µg/L. Østre Klefjellvatnet (Lindås kommune) har en betydelig høyere tetthet av aure enn Vestre Klefjellvatnet, til tross for at de to innsjøene har omtrent identisk vannkvalitet (avrenning fra dette vatnet). Det kan tyde på at auren i de to innsjøene har forskjellig rekrutteringspotensiale i tilløpsbekker (utløp). Disse aurebestandene er trolig ikke lenger forsuringsskadde, eventuelt bare marginalt.

Nordvestlige deler av Masfjorden har nå bare et fåtall innsjøer med skadde eller tapte fiskebest-ander. Markhusdalsvatnet, som inngår i Statlig program for forurseningsovervåking, ble prøvefisket i 1999 og hadde da en relativt tynn aurebestand. Men tre år seinere var fangstutbyttet (CPUE= pr. 100 m^2 garnareal) nesten fordoblet, til 18 individ (SFT 2003). Elfisket på innløpet i perioden 1998-2002 viste høy tetthet av yngel, med rundt 50-125 individ pr.100 m^2. Området har fortsatt noen mindre innsjøer med tapte aurebestander, som Svartetjern, Øvre Botnetjern, Lindebottstjern, Sulevatnet og Grønefjellvatnet. Disse lokalitetene ligger spredt og utgjør et skadeareal på bare 8 km^2.

Modalen Forsuringsskader på fiskebestander vurderes ikke lenger som særlig omfattende. I flere innsjøer med gytemuligheter som tidligere hadde restbestander, er det i de siste åra rapportert om økte aurebestander (Tore Wiers pers. medd.). Modalen har for øvrig flere vatn som er betydelig påvirket av vassdragsreguleringer, og fiskebestandene må vurderes ut fra dette. Modalen har nå trolig tre forsuringsområder av noe størrelse: (i) nordøst i kommunen lokalisert nord og sør for Stølsvatnet (ikke Stølsvatnet som er regulert og bestanden har økt fra middels til tett), (ii) nord og vest for Skjerjavatnet på grensa til Vaksdal kommune og (iii) fjellområdet nord for Mofjorden og Mo på grensene til Lindås og Masfjorden kommune. Det er en viss usikkerhet knyttet til størrelsen på det siste området. Det er rapportert om tapte bestander i Øvre Åsabotnvatnet, Åsavatnet, Rindavatnet, nedre Sødalsvatnet og Snaufjellvatnet. Rindavatnet har nå en tynn aurebestand etter utsettinger (Tore Wiers pers. medd.). I området lenger vest er det rapportert om aurebestanden i Øvre Norddalsvatnet er tapt, mens bestandene i Storavatnet (656 moh), nedre Norddalsvatnet og Dalavatnet blir vurdert som tynne/reduserte. I øvre Norddalsvatnet er det satt ut aure og her er det nå observert gyting. I nedre Norddalsvatnet og Sto-

ravatnet blir aurebestandene fortsatt vurdert som tynne. I sørvestlige deler blir det rapportert om tapte bestander i Sætravatnet og Hornafjellvatnet, lokalisert henholdsvis vest og øst for Mofjorden. Vannkjemiske målinger tyder imidlertid ikke på at dette skyldes forsuring. I Øvstavatnet (440 moh) og Nedstavatnet (284 moh) nord for Mo ble det rundt 1990 rapportert om tynne/reduserte aurebestander. Våren 1995 ble pH i de to vatna målt til henholdsvis 5,31 og 5,32. Nedstavatnet ble prøvefisket i 1996 uten at det ble fanget fisk verken på garn eller med elektrisk fiskeapparat i tilløpsbekkene (Hellen m.fl. 2004a). Bestanden i vatnet kan derfor være tapt. Et prøvefiske i Steinavatnet øst for Steinslandsvatnet i 1996 viste at innsjøen hadde en middels tett aurebestand (Hellen m.fl. 2004a). Innsjøen ble vurdert som forsuringspåvirket med noe labilt Al, men rekrutteringen hos aure var trolig ikke skadet.

Lindås Det er et forsuringsområde i nordøstlige områder, mellom Masfjorden og Modalen. Her har aurebestandene i Instebotnsvatnet og Fossvatnet gått tapt, mens bestanden i Botnavatnet nedstrøms har avtatt. Dette ble bekreftet ved prøvefiske i 1996 (Hellen m.fl. 2004a). Botnavatnet hadde da en middels tett bestand, samt at rekrutteringen i innløpet fra Fossvatnet var god. I 1996 ble det satt igang innsjøkalking av de to førstnevnte innsjøene, og i perioden 1998-2004 ble det lagt ut kalkgrus i innløpet til Instebotnsvatnet. Botnavatnet er ikke kalket direkte, men påvirkes av kalkingen i to andre vatn i vassdraget. Prøvefiske i 2004 viste etableringen av sjølreproduserende aurebestander i både Fossvatnet og Instebotnsvatnet (Hellen & Brekke 2005). Det ble satt ut fisk i begge innsjøene i henholdsvis 1996 og 1998. Vannkvaliteten er nå tilfredsstillende, med lavt innhold av labilt Al. I 2004 hadde Botnavatnet en tett aurebestand.

I Nysætrevatnet og Svartholsvatnet ble aurebestandene vurdert som tapte på slutten av 1980-tallet. Ved prøvefiske i 1996 hadde begge innsjøene tynne bestander (Hellen m.fl. 2004a). Et prøvefiske ett år seinere viste samme bestandsstatus i Nysætrevatnet, mens bestanden i Svartholsvatnet hadde økt betydelig. Ut fra økte bestander og lavt innhold av labilt Al på midten av 1990-tallet, er det grunn til å tro at den positive utviklingen for fisk har fortsatt. Lav fisketetthet i Nysætrevatnet kan skyldes at kvaliteten eller størrelsen på gytearealene begrenser rekrutteringen. Aurebestandene i de to innsjøene vurderes ikke lenger som truet av forsuring. Eidskogvatnet og Krossdalstjern i nedre deler av vassdraget har tapte aurebestander, med forsuring som mulig årsak. I vest ligger Klefjellvatna, hvorav den vestre innsjøen ligger i Masfjorden kommune (se omtale).

I Nordvest har aurebestanden i Flådalsvatnet utviklet seg fra tynn til middels tett/tett i løpet av de siste åra (Svein Tvedt pers. medd.). Det har også vært en tilsvarende positiv utvikling i Kupevatnet i samme vassdrag, som har en tett aurebestand. Det er for øvrig bare den ytre delen av vatnet som ligger i Lindås kommune, mens resten tilhører Masfjorden kommune. Tverrvatnet og nedre Sætrvatnet, som ligger i en østlig grein av vassdraget, har fortsatt tynne og reduserte aure-bestander. Derimot har det ikke vært bestandsendringer i Brandavatnet noe lengre ned i vassdraget (317 moh). Østre Klefjellvatnet vest for Brandavatnet ble oppgitt å ha en tynn/redusert aurebestand ved en spørreundersøkelse i 1989. Et prøvefiske i 1998 viste at både denne innsjøen og vestre Klefjellvatnet (Masfjorden) hadde middels tette aurebestander med god rekruttering. En ny undersøkelse i 2004 dokumenterte en betydelig tetthetsøkning hos auren i Østre Klefjellvatnet. Bestanden i det vestre vatnet var derimot på omtrent samme nivå som seks år tidligere. Ut fra de vannkjemiske målingene er disse aurebestandene fortsatt sårbare mht forsuring. Bestandsstørrelsen idag tyder likevel ikke på skader. Det er også et mindre forsuringsområde litt lenger sør, fra Båtevatnet (har trolig tapt bestand) og sørover mot Kjellrusen. Her ligger det minst fire innsjøer med reduserte eller tapte aurebestander.

I 1989 ble det rapportert om reduserte aurebestander i to lavereliggende innsjøer lengre vest i kommunen; i Træddalsvatnet (94 moh) nordøst for Kvamme og Uksevatnet (36 moh) øst for Fammestad. Ut fra lokaliseringen og kartleggingen av forsuringsområder i kommunen (jfr Rådgivende Biologer 1997), er det lite sannsynlig at disse bestandene er særlig forsuringspåvirket. Det opplyses at begge disse innsjøene nå har tette aurebestander.

Osterøy På 1970-tallet døde aurebestandene ut i flere innsjøer på grensa mellom Osterøy og Vaksdal kommuner; som i Nardalsvatnet, Svartatjønn, Ljosavatnet og Fjellbotnavatnet. Disse bestandene ble imidlertid reetablert ved utsettinger på 1990-tallet (Rådgivende Biologer 1997). Av disse ligger Ljosavatnet og deler av Fjellbotnavatnet i Osterøy kommune. Disse innsjøene har nå tynne bestander, bortsett fra Fjellbotnavatnet som har en middels/god bestand. Øvre Botnavatnet (462 moh) har også en tynn aurebestand, mens den er middels tett i Nedre Botnavatnet. Øvre Botnavatnet er regulert, og bestandsstatus (tynn bestand) kan skyldes fysiske inngrep. I 1984 og 1993 ble noen elver og innsjøer i Osterøy kalket med skjellsand (Rådgivende Biologer 1997). Kalkingen i Tysseområdet var et engangstiltak for å motvirke effektene av sjøsaltepisoden vinteren 1993. Det foregår også litt privat kalking i Sætertjønn, som nå har en tett aurebestand (Sture Helle pers. medd.). Vannkjemiske undersøkelser i oktober 1994 og mars 1995 viste at Osterøy hadde flere sure innsjøer med pH under 5,0 (Rådgivende Biologer 1997). Labilt Al ble ikke målt. Idag er det trolig bare fiskebestandene i Nordravatnet og Heimvikvatnet lengst nord i kommunen som har et forsuringsproblem (Sture Helle pers. medd.). Nordravatnet hadde en tett bestand tidlig på 1990-tallet, mens den nå trolig er tynn. I alle fall kan en få fisk på én kg (Harald Kleveland pers. medd.). Heimvikvatnet er idag fisketomt, og mangelen på gytebekker gjør at en trolig må sette ut fisk for å opprettholde en bestand (Else Heimvik pers. medd.). Det er ikke kjent at det har vært fiske-utsettinger i dette vatnet i de siste åra. Begge innsjøene hadde lav pH i oktober 1994/mars 1995, med henholdsvis 5,12/5,45 og 4,77.

Vaksdal Hellandsvassdraget på Osterøy er vurdert som et forsuringsområde. Første Lauvtjernet (383 moh) og Andre Lauvtjernet (382 moh) ble prøvefisket i 1996 og 2002 (Hellen m.fl. 2004a). I 1996 hadde Første Lauvtjernet en svært tynn aurebestand, mens Andre Lauvtjernet trolig var fisketomt. Disse innsjøene var sure (pH 4,8-5,34), men innholdet av labilt Al var ubetydelig. Gyte-forholdene ble karakterisert som dårlige. I 1996 ble de to lokalitetene bekkekalket, og elfiske i 2002 påviste mye yngel på utløpet av Første Lauvtjernet (innløpet til Andre Lauvtjern). Derimot ble det ikke fanget fisk på utløpet av Andre Lauvtjernet, der gyteforholdene ble karakterisert som dårlige. Elfiske i 1998 påviste bra rekruttering på utløpet av Første Lauvtjernet, mens tettheten var lav på innløpsstrekningen av Andre Lauvtjernet. I 2002 var vannkvaliteten i Første Lauvtjernet relativt god (pH=5,82 og labilt Al=10 µg/L), mens Andre Lauvtjernet var betydelig surere (pH 4,82-5,26). Det ble antatt at Første Lauvtjernet nå har en sjølreproduserende aurebestand uten kalking (Hellen m.fl. 2004a). I 1997 ble Øvre og Nedre Øvsthustjern prøvefisket (lokalisert ovenfor Lauvtjerna). Samme år ble det lagt ut tre tonn kalkgrus i inn- og utløpet av Øvre Øvsthustjern. Begge innsjøene hadde tynne aurebestander, og dette skyldes trolig en kombinasjon av dårlige gyteforhold og forsuring (pH= 5,18 og 5,26 og labilt Al=28 µg/L). I 1998 ble Botnavatnet, Torvavatnet, Blomdalsvatnet og Midtvatnet i samme område (Herlandsvassdraget) prøvefisket (Hellen m.fl. 2004a). Kalkingen av Midtvatnet og Blomdalsvatn opphørte rundt 1993, men seinere skal det være kalket lenger oppe i vassdraget. Botnavatnet har vært kalket flere ganger siden 1991, mens Torvavatnet ble kalket høsten 1997. I 1998 hadde disse fire innsjøene middels tette aurebestander. Men til tross for kalkingen var vannkvaliteten relativt dårlig, med pH=4,71-5,36 og labilt Al=44-62 µg/L. Det ble påvist relativt lave tettheter av aureunger i de to innløpselvene til Botnavatnet i 2002 (Hellen m.fl. 2004a). Vannkvaliteten i Botnavatnet er fortsatt relativt dårlig, men det blir konkludert med at det ikke var nødvendig med kalking for å opprettholde en god aurebestand. Men vurderer likevel de omtalte aurebestandene i området som fortsatt berørt av forsuring. Skadearealet utgjør imidlertid bare rundt 7 km^2.

Det er også forsuringsskadde fiskebestander øst for Osterøya, både ved Høgenipa (Område I) og lengre sør (Flatafjellet/Gløvret/Blåfjellet (Område II). Øvre og Nedre Krokavatnet i Område II ble undersøkt i 1996, 1998 og 2001 (Hellen m.fl. 2004a). Høsten 1997 ble det lagt ut kalkgrus på utløpet av Øvre Krokavatnet. Aurebestanden i innsjøen har ikke vist noen økning, mens fangstutbyttet i Nedre Krokavatnet økte i perioden 1996-2001. Sjøl med relativt høy pH og lavt innhold av labilt Al (< 10 µg/L) i de siste åra, kan en ikke utelukke forsuringsskader på fisk. Men auren i begge innsjøene har dårlige gytemuligheter, noe som kan begrense rekruttering-en. Øvre Trappetjern oppstrøms Nedre Krokavatnet ble undersøkt i 1996 og 2001. Her ble det

lagt ut kalkgrus i utløpsbekken i perioden 1996-99. I 1996 ble det påvist en tynn aurebestand i vatnet, mens det ble registrert ett individ (naturlig rekruttering) ved elfiske på utløpet i 2001. Denne innsjøen har nå god vannkvalitet, så den lave tettheten av fisk skyldes mest sannsynlig dårlige gyteforhold.

Fra Område II foreligger det undersøkelser i Litlavatnet (1996), Vatnastølsvatnet (1996 og 1998), Gråsidevatnet (2000) og Fossdalsvatnet (1997 og 1999). Alle disse lokalitetene ble kalket med kalkgrus i perioden 1992-96, og tidligere hadde de trolig tapte eller tynne/reduserte aurebestander. Det har utviklet seg relativt gode fiskebestander i alle de kalkede innsjøene som er undersøkt. Imidlertid er vannkvaliteten fortsatt marginal, og gytemulighetene i de fleste innsjøene vurderes som begrensede. Det er rapportert om reduserte aurebestander i flere vatn i dette området, fra Otterstadvatnet i nord til Krosstjern i sørøst. Skadeareal for området er beregnet til 26 km^2.

I øst strekker forsuringsområdet seg til Oddmunddalsvatnet (764 moh) og Skarvavatnet (765 moh). Oddmunddalsvatnet er inkludert i Statlig program for forurensningsovervåking, og ble prøvefisket i 1989, 1999 og 2003 (SFT 2004). På slutten av 1980-tallet var aurebestanden i innsjøen sterkt redusert, men i løpet av de siste 15 åra har den økt kraftig. Rekrutteringen er imidlertid fortsatt dårlig (2003), og bestanden må vurderes som skadet. I Skarvatnet og Brekkegråvatnet (Gråvatnet) ble det lagt ut kalkgrus på innløp/utløp hvert år i perioden 1997-2004 (Hellen m.fl. 2004a). Ved prøvefiske høsten 1997 ble det registrert tynne aurebestander i begge innsjøene. Et nytt prøvefiske i 2001 viste bestanden i Skarvavatnet fortsatt var tynn, mens den i Brekkegråvatnet var middels tett. Vannkvaliteten i begge lokalitetene er i perioder fortsatt marginal, med pH=5,30 og labilt Al =15-20 µg/L. Et prøvefiske i Tjørndalsvatnet i 1997 gav negativt resultat. Det ble imidlertid fanget tre aure i innsjøen i september ett år tidligere. Bestanden i dette vatnet kan derfor ha gått tapt. Innsjøen ble kalket hvert år i perioden 1997-2004 (Hellen m.fl. 2004a, Hellen & Brekke 2005). Vannkvaliteten i 1997 var marginal, med pH=5,09 og labilt Al=19 µg/L. I seinere år har pH økt til 5,4-6,4. Det er nå påvist naturlig rekruttering hos denne bestanden, men dette kan skyldes bedre gyteforhold og vannkvalitet etter at det ble lagt ut kalkgrus. Tverrdalsvatna har trolig naturlig lav tetthet av aure. Ved et prøvefiske i 2000 ble det påvist tynne aurebestander, spesielt i det midtre vatnet med dårlige gyteforhold. Innsjøene er relativt sure (pH 5,46-5,93), men har et ubetydelig innhold av labilt Al (2-8 µg/L). Det ble også rapportert om at Øvre Gråvatnet nord for Bergsvatnet hadde en redusert aurebestand. Beliggenheten (904 moh) kan tyde på at dette skyldes dårlige gytemuligheter eller klimaeffekter. Arealet med fiskeskader er beregnet til 11 km^2.

I Vaksdalsvassdraget sør for Knuskedalsfjellet er det også et mindre forsuringsområde. I perioden 1997-2004 ble det foretatt årlig kalking av Vardetjerna og Kjerringtjern, mens utløpsbekken til Flatavatnet ble tilført 5 tonn kalkgrus i 1997. I en tilløpsbekk til Vardetjerna ble det påvist rekrutt-ering hos aure i 1999 (Hellen m.fl. 2004a). Vannkvaliteten var god (pH 6,05-6,56), men gyte-mulighetene ble vurdert som relativt dårlige. Intervjuundersøkelser og prøvefiske i 1995 viste at Flatavatnet hadde en tynn og uendret aurebestand. Elfiske i utløpselva i 1999 ga negativt resultat, til tross for god vannkvalitet (pH=5,99 og labilt Al < 4 µg/L). Skadet areal i dette området utgjør bare 2 km^2.

Nordlige områder har forsuringsproblemer i noen innsjøer sør og nord for Storfjelli. I Illebruvatnet (725 moh) ble det påvist en tynn aurebestand ved et prøvefiske i 1998 (Hellen m.fl. 2004a). Innsjøen hadde ikke spesielt dårlig vannkvalitet (pH=5,48 og labilt Al < 8 µg/L). Det tyder på at dårlige gytemuligheter begrenser rekrutteringen til bestanden. Gavvatnet (528 moh) nordvest for Illebruvatnet hadde tidligere en tynn og uendret aurebestand, og trolig ingen forsuringsproblemer. Saudalsvatnet og Leirovatnet har vært kalket siden 1996, og de hadde tynne aurebestander i både 1999 og 2004. Begge innsjøene har tilfredsstillende vannkvalitet mht naturlig rekruttering hos aure. Leitevatna nord for Leirovatnet har middels tette aurebestander uten forsuringsproblemer, mens den tynne aurebestanden i Eike-movatnet mest sannsynlig skyldes dårlige gyteforhold (Hellen m.fl. 2004a). Området har et skadeareal på rundt 5 km^2.

Videre nordover er det også enkelte innsjøer med skadde fiskebestander pga forsuring. I Tuftavatnet viste et prøvefiske i 1996 manglende naturlig rekruttering. Her ble det satt ut fisk fram til midten av 1990-tallet. Ved et garnfiske i 1998 ble det bare fanget aure som var utsatt to år tidligere, men det ble trolig påvist naturlig rekruttering i en innløpsbekk. I 2001 ble det fanget stedegen fisk av flere aldersgrupper, mens de yngste årsklassene ble påvist i bekkelokaliteter. I 2001 var vannkvali-teten fortsatt noe marginal, med pH=5,73-6,14 og labilt Al=22 µg/L. Det synes å være lite tvil om at fiskebestanden i Tuftavatnet var sterkt skadet eller nesten utryddet pga forsuring. Et prøvefiske i Vardavatnet på grensa til Modalen i 1997 ga negativt resultat (Hellen m.fl. 2004a). Innsjøen var relativt sterkt forsuret, med pH=5,36 og labilt Al= 49-58 µg/L. Men fravær av fisk kan også skyldes mangel på egnede gytebekker. Ved en spørreundersøkelse ble det opplyst at bestanden i innsjøen enten var redusert eller tapt.

Prøvefiske i innsjøer i østre deler av Vaksdal kommune i de siste åra tyder ikke på forsuringsskader, med gode bestander i Askjellsvatnet, Beinhellervatnet, Heimste Kvanndalsvatnet og Nedre Blådalsvatnet (Hellen m.fl. 2004a). Vannkvaliteten er god, med pH=5,83-6,66 og labilt AL < 10 µg/L. Holmavatnet nær grensa til Voss har også en god aurebestand uten forsuringsproblemer. Øvre Kvanndalsvatnet i nord har en tynn aurebestand, men dette skyldes mest sannsynlig dårlige gyte-forhold fordi vannkvaliteten er god.

Voss Det er flere områder med fiskebestander pga forsuring i Voss kommune. Lengst i sør er det et område øst for Torfinnsvatnet, med flere tapte bestander. Områder strekker seg til Brokatjern i vest og Horgavatnet/Storevatnet i øst. Torfinnsvatnet har vært regulert til kraftformål siden rundt 1930, og mangler naturlig rekruttert aure. Bestanden var tapt eller sterkt redusert rundt 1990, trolig pga manglende utsettinger. Siden 1997 har det vært årlige utsettinger i denne innsjøen, og bestanden blir nå vurdert som middels tett. Brokatjern ble kalket i 1994, men et prøvefiske i 1998 viste at innsjøen fortsatt hadde en tynn aurebestand (Hellen m.fl. 2004a). Resultatet av et prøvefiske i Storavatnet (963 moh) i 2000 tydet på at den stedegne aurebestanden var tapt. Innsjøen hadde relativt god vannkvalitet, så rekrutteringen kan ha vært dårlig og ustabil pga klimatiske forhold eller maglende gytebekker.

Det er også et lite forsuringsområde nord for Blåsåta. Rundt 1990 hadde fire innsjøer her reduserte aurebestander; Olatjern, Gråhorgavatnet, Osskardstjern og Vampavatnet. Et prøvefiske i 1996 viste at Gråhorgavatnet hadde en tynn aurebestand, mens det ikke ble tatt fisk i Osskardstjern og Vampavatnet (Hellen m.fl. 2004a). Gråhorgavatnet ble kalket i 1997, men et elfiske i 2003 ga negativt resultat. Vannkvaliteten synes å være tilfredsstillende, så mangelen på fisk skyldes trolig dårlige gytebekker eller klimatiske forhold. I østlige deler av Voss er det også et forsuringsområde, som omfatter søre Blåvatnet, Goggavatnet og Kringdalsvatnet. Tidligere strekte dette området seg lengre sør og omfattet også Øykholmvatnet. Bestanden i dette vatnet har nå blitt middels tett. Litt lengre øst ble det tidligere rapportert om reduserte og tapte fiskebestander i henholdsvis Kyrkje-vatnet og Søtevatnet. Bestandene i begge innsjøene har fortsatt samme status.

En del fiskebestander nord for Volafjellet i sentrale deler av Voss har også forsuringsproblemer. Bestanden i Harkavatnet vest for Volafjellet ble rapportert tapt, noe som trolig skyldes vassdrags-regulering og manglende naturlig rekruttering. Store Volavatnet og Store Piksvatnet er de to største innsjøene i området, og aurebestanden i sistnevnte vatn ble rapportert skadet. Her ble Horgavatnet og Grasdalsvatnet kalket i perioden 1997-2001. I 1996 ble Grasdalsvatnet, Horgavatnet og Nedre Piksvatnet prøvefisket, og det ble påvist tynne aurebestander (Hellen m.fl. 2004a). I 1997 ble Nedre Horgavatnet, Vidvangevatnet og Øvre og Nedre Kvanngrøvatnet prøvefisket. Alle disse lokalitetene hadde tynne bestander, bortsett fra Vidvangevatnet med manglende fangst (Hellen m.fl. 2004a). Et prøvefiske i 2001 viste at det hadde vært en klar bestandsøkning i de siste åra både i Nedre Horgavatnet, Øvre Kvanngrøvatnet og Grasdalsvatnet. Derimot har det ikke vært noen tilsvarende utvikling i Horgavatnet, noe som kan skyldes klimatiske forhold og/eller små gyteareal. I 1998 og 2003 ble Borgavatnet (ikke kalket) prøvefisket, og her hadde det vært en betydelig bestandsøkning i løpet av denne perioden. Klimatiske forhold påvirker trolig rekrutteringen til bestanden ved at gytebekker bunnfryser eller

tørker ut. Vannkvaliteten er god, med ubetydelig innhold av labilt Al. I Øvre Piksvatnet (1062 moh) har bestanden nå økt og blir karakterisert som middels tett. I Svortetjern var bestanden tidligere enten tapt eller kraftig redusert, uten at en vet om dette skyldes forsuring eller andre årsaker. Her er det nå etablert en middels tett aurebestand vha utsettinger.

Det er også et forsuringsområde helt i nordøst i Voss, som omfatter både Vossovassdraget (Holmavatnet, Kringlevatnet, Lars-Olavvatnet og Vetlavatnet) og Eksingedalsvassdraget (Vetle-vatnet, Grøndalsvatnet-883 moh, Svartavatnet, Langavatnet og Grøndalsvatnet-779 moh). I 1998 ble det satt igang kalking av gytebekker til Holmavatnet, som fortsatte fram til 2003. I Vetlevatnet i Eksingedalsvassdraget har det vært både innsjø- og bekkekalking siden 1997, mens Grøndals-vatnet ble innsjøkalket i 1997 og 1998 (Hellen m.fl. 2004a). Fiskestatus rundt 1990 og prøvefiske før og etter kalking tyder på at enkelte innsjøer i dette området har vært påvirket av forsuring. I 1996 og 1997 ga prøvefiske i Vetlevatnet negativt resultat, mens utbyttet var fire individ i Grøndalsvatnet i 1997. I 2001 og 2004 ble det påvist jevn rekruttering og middels tette aurebestander i begge innsjøene (Hellen m.fl. 2004a, Hellen & Brekke 2005). I Holmavatnet skjedde det også en kraftig bestandsøkning etter kalking, med et utbytte på 4 og 47 individ i henholdsvis 1997 og 2001. Derimot er det usikkert om aurebestanden i Kringlevatnet har vært forsuringsskadet. Ved en spørreundersøkelse i 1989 ble det opplyst at innsjøen hadde en god og uendret aurebestand. Undersøkelser i 1997 viste en middels tett aurebestand og god vannkvalitet. Det er usikkert om aurebestanden i Lars-Olavvatnet har vært påvirket av forsuring. I 1995 ble det opplyst at innsjøen hadde en god aurebestand med økende tetthet. En relativt tynn bestand og dårlig rekruttering i enkelte år kan skyldes klimatiske forhold. Vannkvaliteten synes i alle fall å være god, med ubetyde-lig innhold av labilt Al.

Helt i nordøstlige deler av Vossovassdraget er det rapportert om reduserte aurebestander i Buføre-vatnet og Vestre Grungavatnet. Et prøvefiske i Buførevatnet (1022 moh) i 1996 tydet på en relativt tynn aure-bestand. Dette kan skyldes dårlige gyteforhold, idet lokaliteten har relativt god vannkvalitet. I den grad bestanden har vært forsuringspåvirket, er det i alle fall lite sannsynlig at dette lenger er tilfelle. Det samme gjelder for bestanden i Vestre Grungavatnet, som er påvirket av kalkingen av Gungavatnet i Vik, Sogn og Fjordane.

Det er også et mindre forsuringsområde litt lengre sør, som blant annet omfatter Myrkjedalsvatnet og Demmetjerna. I Myrkjedalsvatnet ble det opplyst at aurebestanden hadde gått tapt, noe som ble bekreftet ved prøvefiske i 1998. Etter kalking (siden 1993) og utsetting av fisk (1999-2002) etablerte det seg en god aurebestand i vatnet (Hellen m.fl. 2004a). Prøvefiske i Demmetjerna (2 stk) i 1998 påviste svært tynne aurebestander. Ett nytt prøvefiske i 2003 viste derimot en betydelig bestandsøkning i det største tjernet. Et prøvefiske i Sauatjern øst for Myrkjedalsvatnet i 1998 tydet på at innsjøen da hadde en tynn bestand til tross for liten forsuringspåvirkning (Hellen m.fl. 2004a). Resultatene fra et prøvefiske i Skreiavatnet i 1997, lokalisert sør for Myrkjedalsvatnet, tydet heller ikke på noe forsuringsproblem. Det er vanskelig å vurdere om tynne aurebestander i dette området skyldes forsuring eller effekter av dårlige gyteforhold i tilløpsbekker og/eller klima.

I nordøst er det et område med forsuringsskader på fisk, med tapte bestander i Veasteinsvatnet og Bjørndalsvatnet, Såtevatnet og Såtedalstjerna, og en redusert bestand i Halsavatnet. Ved et prøvefiske i 1996 ble det ikke fanget fisk verken i de tre tjerna i Såtedalen, i Bjørndalsvatnet eller i Såtevatnet, mens det var svært tynne bestander i Veasteinsvatnet og Halsavatnet (Hellen m.fl. 2004a).

Øst for Lønavatnet ligger det et par vatn der fiskebestandene trolig er forsuringsskadet. Det gjelder Krokasetvatnet (869 moh) og Langatjern (729 moh). Begge disse lokalitetene er kalket. Langatjern har nå en tett aurebestand. Krokasetvatnet har vært kalket årlig siden 1993, bortsett fra i 1994. Et prøvefiske i 1999 viste at innsjøen hadde en tynn aurebestand. I Vollbotnvatnet videre østover har innløpselva vært kalket med grus siden 1999. Her var det en kraftig bestandsøkning mellom 1999 og 2004 (Hellen m.fl. 2004a). Kjeatjern i sørøstlig retning har vært kalket siden 1993. I 1998 ble det lagt ut kalksteingrus i utløpet, og i perioden 1997-2003 var det

en betydelig bestandsøkning hos auren. Opelandstjern hadde tidligere en redusert aurebestand, men den har nå økt til middels tett. Bestandsreduksjonen i dette vatnet skyldes trolig ikke forsuring. Moensvatnet sørøst for Opelands-tjern er også prøvefisket. Innsjøen har vært kalket siden 1994, og har nå god vannkvalitet og en middels tett aurebestand.

Forsuringsarealet i Voss er relativt stort, beregnet til totalt 116 km^2. Men ut fra en vurdering av vannkvaliteten i kommunen, er trolig fiskeskadene pga forsuring en del overestimert. Det er grunn til å anta at en del høyereliggede innsjøer har naturlig tynne aurebestander pga klimatiske forhold og dårlige gytebekker.

Bergen Forsuringsskader på fisk vurderes her som ubetydelige. En kartlegging rundt 1990 viste små bestandsendringer hos fisk i innsjøer i Bergen. Det var en dominans av innsjøer med middels tette/tette eller naturlig tynne aurebestander. I Bergen er det i hovedsak to potensielle forsuringsområder; byfjellene og et noe mindre område sør for Lyderhorn og Gravdalsfjellet i vest (Rådgivende Biologer 1997). På midten av 1990-tallet var fiskebestandene i det første området antatt å være gode, men truet av forsuring. I området vest i kommunen var fisken på det tidspunktet nesten borte eller helt utdødd. I 1989 ble Munkebotnsvatnet og Langavatnet kalket, dette til tross for at aurebestandene i disse to innsjøene ble vurdert som uendret. Et prøvefiske i 1997 viste at de to lokalitetene hadde middels tette aurebestander, og med rekrutteringen i de siste åra (Hellen m.fl. 2004a). De vannkjemiske analysene viste imidlertid at begge innsjøene var forsuret, spesielt Langevatnet med pH=4,68 og labilt Al=67 µg/L. Fangstutbyttet tyder likevel ikke på at aurebestandene i de to innsjøene er særlig forsuringsskadet, spesielt ikke med tanke på at vannkvaliteten har bedret seg i seinere år. I Bergen er det ellers rapportert om bestandsreduksjoner hos aure i innsjøer med gjedde.

Samnanger Her begrenser forsuringsskader på fiskebestander seg nå trolig til noen lokaliteter i Frølandselvvassdraget, på grensa til Fusa og Kvam kommuner. Rundt 1990 ble det rapportert om at aurebestanden i Krokavatnet hadde gått tapt, mens flere bestander var skadet. Et prøvefiske i Krokavatnet og Øvre Botnavatnet i 1995 ga negativt resultat (Lyse 1995). I 1996 ble Krokavatnet og øvre og nedre Botnavatnet kalket. Ved et prøvefiske i 1999 ble det ikke tatt fisk verken i disse tre innsjøene eller i Bessavatnet (Hellen m.fl. 2004a). I 1998 ble det tatt tre aurer i Holmavatnet nord for Bessavatnet. Derimot har det vært en betydelig bestandsøkning hos aure i to lavereliggende innsjøer som kalkes; Kvanneviksvatnet og Kikedalsvatnet. Aurebestandene i begge innsjøene ble skadet rundt 1990. Kikedalsvatnet har nå en tett aurebestand, med et utbytte på 107 individ på 6 bunngarn, dvs 39 individ pr. 100 m2 garnareal. Årsaken til tapte og tynne/reduserte fiskebestander i høyereliggende innsjøer dette området kan være en kombinasjon av forsuring, dårlige gytemuligheter og klima. Vannkvaliteten i kalkede innsjøer synes å være tilfredsstillende, med et lavt innhold av labilt Al (4-14 µg/L).

Siden 1995 er det også lagt ut kalkgrus i utløpet av Spongatjern i Fagerdalen sørvest for Kikedals-vatnet. Et prøvefiske i 1999 viste at innsjøen hadde en middels tett aurebestand (Hellen m.fl. 2004a). Men vannkjemiske målinger tydet på at innsjøen i perioder er sur, med pH < 5,0. Gyteforholdene ble vurdert som dårlige og kan ha virket begrensende på rekrutteringen hos aure. Det er tidligere rapportert om reduserte aurebestander i Fossatjødno (Fossavatnet) og Veslavatnet vest for Samnangerfjorden. Bestandsendringene i de to innsjøene skyldes trolig ikke forsuring. Det er også rapportert om skadde/tapte aurebestander i nedre Dukevatnet og Sotabottsvatnet øst for Kvitings-vatnet. Dette kan ha sammenheng med omfattende vassdragsreguleringer.

Fusa Mauratjern nord for Henangervatnet hadde en tynn/redusert aurebestand i 1989. Men vannprøver fra 1995 tydet ikke på at innsjøen hadde særlige forsuringsproblemer, med pH på 5,79/5,86. Eikelandsvatnet og Sævareidvatnet vest for Mauratjern ble prøvefisket i 2000, og det ble påvisr middels tette aurebestander i begge innsjøene. Sævareidvatnet har også røye (Hellen m.fl. 2004a). Men ut fra de vannkjemiske dataene kan en ikke utelukke bestandseffekter pga forsuring verken i Eikelandsvatnet (utløp: pH=4,72 og Tot Al = 174 µg/L) eller i Sævareidvatnet (utløp pH=5,07 og Tot Al=158 µg/L). I Krokavatnet og Håvikvantet lengre sør ble

aurebestandene tidligere oppgitt som tynne og reduserte. Men ut fra de vannkjemiske målingene kan ikke disse innsjøene lenger anses som særlig forsuringstruet (Rådgivende Biologer 1997). For Skåtavatnet sør for Bogafjellet helt vest i kommunen ble det opplyst at aurebestanden var tapt. Men ut fra vannkvaliteten i mai og august 1995 skyldtes dette neppe forsuring (pH = 6,15 og 6,28). Videre blir aurebestanden i Havskorvatnet vurdert som truet. Innsjøen har vært kalket med kalksteinmel siden 1988, mens gytebekkene har vært behandlet med kalksteingrus siden 1995 (Hellen m.fl. 2004a). Undersøkelser i 1998 og 2002 viste at innsjøen hadde en middels tett aurebestand, og det var store forskjeller i vannkvaliteten i de enkelte innløpsbekkene. I 2002 var vannkvaliteten i utløpet relativt god, med pH=5,53 og labilt Al=6 µg/L. Det største forsuringsområdet ligger i nordøstlige deler av Fusa, på grensa til Samnanger og Kvam kommuner. Her er det rapportert om minst fire tapte og tre reduserte aurebestander. Stemmetjern har vært kalket siden 1989, og innsjøen har fortsatt en tynn aurebestand til tross for god vannkvalitet (pH=6,96 og labilt Al nær null) (Hellen m.fl. 2004a). Denne bestanden er derfor trolig begrenset av dårlige gytemuligheter eller klimatiske forhold.

Kvam Det er påvist fire områder med skadde fiskebestander som antas å skyldes forsuring. De tre første områdene ligger i nordlige deler av kommunen, henholdsvis (i) sør og øst for Fuglefjell, (ii) sør for Kjerringafjell og (iii) vatn i Tjørnadalen som drenerer til Botnaelvi. Det siste området (iv) ligger ved Bjølsegrøvatnet øst i kommunen. Rundt 1990 ble det rapportert om skadde aure-bestander i de tre første områdene. I 1996 ble fiskebestandene i 11 innsjøer i disse områdene prøvefisket, mens seks lokaliteter ble undersøkt på nytt fire år seinere (Hellen m.fl. 2004a). Prøvefiske ga ikke fangst i to innsjøer, mens utbyttet tydet på svært tynne/tynne bestander i åtte innsjøer og høy tetthet i én lokalitet. Årsaken til dårlig bestandsstatus var trolig en kombinasjon av manglende gytebekker, klimatiske forhold og forsuring. Konsentasjonen av labilt Al varierte mellom 16-39 µg/L. På 1990-tallet ble det satt igang kalking i fem innsjøer ved Fuglefjell, og i disse lokalitetene var det en klar bestandsøkning fram til år 2000. Men til tross for at vannkvaliteten i området er god (labilt Al < 5 µg/L), er de fleste bestandene fortsatt relativt tynne. Det tyder på at beskaffenheten til gytebekkene og klimatiske forhold er avgjørende for en begrenset rekruttering hos aure. Vi rekner likevel fiskebestandene innen deler av disse tre områdene som forsuringsskadet (26 km^2).

Fiskebestandene i det fjerde området lengst øst i kommunen er trolig ikke lenger i særlig grad påvirket av forsuring. Aurebestanden i Murenvatnet vest for Bjølsegrøvvatnet ble rapportert tapt rundt 1990, uten at vi vet om det skyldtes forsuring. Aurebestanden i Djupebottvatnet nord for Bjølsegrøvvatnet hadde avtatt, men lokaliseringen (900 moh) kan tyde på vekslende rekruttering pga klimatiske forhold eller dårlig gyteareal. Det foreligger opplysninger om fiskestatus for aure i flere vatn i området, og for disse rapporteres det om god og uendret status. I 1997 ble Raudberg-vatnet prøvefisket (Hellen m.fl. 2004a). Innsjøen hadde da en tynn aurebestand, og det meste av fangsten stammet fra én årsklasse (1992). Vannkvaliteten tydet ikke på særlig effekter av forsuring. Gyteforholdene vurderes som begrensede, og gytebekker er trolig utsatt for tørrlegging og frost. Vannkjemiske målinger fra 1994/95 tydet heller ikke på at innsjøer i dette området har forsurings-problemer (Rådgivende Biologer 1997).

Granvin Rundt 1990 ble det registrert reduserte aurebestander i fem innsjøer i Granvin. Opplys-ninger fra tre av disse innsjøene viser at de nå har middels tette/tette aurebestander. De to innsjøene med manglende opplysninger om fisk ligger relativt høyt (708 og 884 moh), og har trolig naturlig tynne bestander. Vi antar derfor at fiskebestandene i Granvin ikke lenger er forsuringsskadde. Målinger fra 1994/95 viste at innsjøer i kommunen har god vannkvalitet (Rådgivende Biologer 1997).

Ulvik Rundt 1990 ble det opplyst om tynne og reduserte aurebestander i fire innsjøer i Ulvik. Men vannkjemiske målinger tydet ikke på at endringene var relatert til forsuring. Et prøvefiske i seks innsjøer i Kvannjolo- og Raudalselvivassdraget i 1999, viste stor variasjon i fangstutbytte. Dette ble satt i sammenheng med dårlige gyteforhold pga innsjøenes beliggenhet, dvs høyde over havet (Hellen m.fl. 2004a).

Jondal Det ble tidligere rapportert om skadde fiskebestander i Kvanngrøvvatnet, Øvre Ljosevatnet og Nedre Ljosevatnet i nordøstlige deler av Jondal. Men fiskebestandene i alle disse innsjøene har tatt seg opp i løpet av de siste 10-15 åra. Kvanngrøvatnet er regulert og her blir det også satt ut fisk. Innsjøen har en bra aurebestand, med god kvalitet. I Ljosevatna har det ikke vært satt ut fisk i løpet av de siste 15-20 åra. Bedringen må derfor skyldes økt naturlig rekruttering. Bestanden i det øverste vatnet har økt mest og vurderes nå som middels tett. Derimot er bestanden i det nederste vatnet noe tynnere. I Ryggvatnet var det tidligere rapportert om en redusert aurebestand, og det samme gjaldt for Grytingsvatnet lokalisert lenger ned. Begge disse innsjøene har nå relativt tette aurebestander med småfallen fisk (Tor Storegjerde pers. medd.). I Årvikvassdraget på grensa til Kvinnherad helt i vest i kommunen, ble det tidligere rapportert om flere skadde fiskebestander. Demmevatnet ble vurdert som fisketomt, men innsjøen har trolig aldri hatt noen stedegen aurebestand. Fiskebestanden i Urdavatnet ble også vurdert som tapt (grensevatn til Kvinnherad). Se ellers omtale under Kvinnherad av Lambavatnet og Ljosavatnet, som begge er kalket (grense-vatn til Kvinnherad). Fordi størstedelen av Ljosavatnet og Lambavatnet ligger i Kvinnherad, har Jondal et helt ubetydelig forsuringsareal.

Kvinnherad. Det er identifisert tre forsuringsområder med skadde fiskebestander i Kvinnherad: (i) vest og øst for Matresfjorden i sørvestlige deler av kommunen, (ii) sør-vest for Folgefonna og (iii) Årvik-vassdraget på grensa til Jondal i nord. Vannkjemiske målinger fra 1994/95 viste at området vest for Matresfjorden var sterkest forsuringsrammet (Rådgivende Biologer 1997). I 1996 ble det satt igang kalking i Vesla Solbjørgvatnet, Ljosavatnet og Lambavatnet i Årvikvassdraget på grensa mot Jondal kommune. Fiskeundersøkelser i 1996 viste at Vesla Solbjørgvatnet hadde en svært tynn aurebestand. Det er ingen gytebekker som drenerer til dette vatnet. Ved elfiske på inn- og løp av Lambavatnet og Ljosavatnet, ble det bare påvist reproduksjon på innløpet av det første vatnet (Hellen m.fl. 2004a). Prøvefiske i 1999 og 2003 viste gode bestander i begge innsjøene, med en spesielt tett bestand i Ljosavatnet i 2003 (Hellen m.fl. 2004a). Men et prøvefiske i Lambavatnet i 1999 tydet på at rekrutteringen var god også før kalking. Aurebestanden i Vesla Solbjørgvatnet var fortsatt svært tynn i 2003.

Auren har fortsatt forsuringsproblemer i de høyestliggende innsjøene vest for Matresfjorden. Her var det flere vatn med reduserte bestander, samt at bestanden i Bergdalsvatnet (420 moh) hadde gått tapt. Totalt er det rundt 22 innsjøer i dette området, og flere er lokalisert mellom 840-950 moh. Rundt 1990 ble det også påvist skader på fiskebestander i innsjøer litt sør og i mer lavereliggende strøk. Det gjaldt blant annet Skulevatnet (258 moh) og Bakkastølsvatnet (195 moh). Prøvefiske i Skulevatnet i 2000 viste at innsjøen hadde en middels tett aurebestand (Hellen m.fl. 2004a). Konsentrasjonen av labilt Al var på 19 µg/L, som er en noe marginal vannkvalitet mht rekruttering hos aure. Her blir fire innsjøer kalket; Småstølsvatnet, Setutvatnet, Krokavatnet og Urdalsvatnet. I 1996 ble det gjennomført undersøkelser i sju innsjøer med aktuelle gytebekker i dette området (Hellen m.fl. 2004a). Det ble ikke fanget fisk i noen av innsjøene, bortsett fra fire individ i Svartavatnet øst for Svartavasshorga. Mangelen på fisk kan ha sammenheng med både forsuring og fravær av egnede gytebekker. Fram til 2000 hadde det vært en klar bestandsøkning i Svarta-vatnet, da et prøvefiske ga et utbytte på 12 aurer (Hellen m.fl. 2004a). Beskaffenheten til gyte-bekkene begrenser trolig rekrutteringen og dermed aurebestanden i vatnet, for vannkvaliteten er god med bare 8 µg/L labilt Al. Øst for Matresfjorden er det også et forsuringsområde, med reduserte aurebestander i minst to innsjøer rundt 1990; Bergstølsvatnet og Nautavatnet. På det tidspunktet ble det ikke rapportert om skader på andre aurebestander nord for Nautavatnet. I dette området er Bergstølsvatnet, Steinvatnet, Stølsvatnet Grønnlitjern og Reikatindsvatnet kalket. Fjellandvatnet på Halsnøya og Erslandsvatnet øst for Høylandsundet blir også kalket. Disse lokalitetene har trolig ingen særlige forsuringsproblemer.

Ullensvang Rundt 1990 ble det opplyst om reduserte aurebestander i øvre og nedre Skarvabott-vatna på grensa til Jondal. Dette skyldes mest sannsynlig overfiske med garn i forbindelse med kraftutbygging i området (Tore Stegegjerde pers. medd.). Det ble også rapportert om et fåtall reduserte aurebestander i høyereliggende innsjøer i andre deler av kommunen. Dette er

med stor sannsynlighet ikke relatert til forsuring. I 1998 ble Svartavatnet øst for Samlen prøvefisket, og det ga et utbytte på bare tre aurer (Hellen m.fl. 2004a).

Eidfjord Innløpsvassdraget til Svartatjørnet helt på grensa til Buskerud er kalket (Numedalsvassdraget). Både denne lokaliteten og Svartavatnet har finprikkaure som tidligere var truet av utryddelse pga forsuring. Disse bestandene synes nå å være berget vha kalking og innfanging av stamfisk med påfølgende utsettinger (Fjellheim m.fl. 2001a, b). Det er også kalket i to små tjern (1212 og 1239 moh) nordøst for Krobuhalsen, som drenerer til Dragøyfjorden (Gunnar Elnan pers. medd.). Det er usikkert om disse lokalitetene hadde fisk før utsettinger i 1991 og 1992. Fisken overlevde, men en kjenner ikke til om den har reprodusert.

Odda Det er fortsatt et relativt stort område i sørvestlige deler av Odda der en del fiskebestander blir vurdert som forsuringsskadde (Rolf Bøen pers. medd.). Dette gjelder området vest og nord for Røldalsvatnet og området i vest mot Etne og nordover mot Folgefonni. NINAs regionale under-søkelse i 1989 påviste betydelige fiskeskader i dette området. Dette er i overensstemmelse med vannkjemiske målinger fra 1994, som påviste en marginal vannkvalitet (Rådgivende Biologer 1997). Det foreligger ingen detaljert oversikt over dagens fiskestatus i Odda (Rolf Bøen pers. medd.). Kommunen har et stort antall innsjøer, og innen de aktuelle forsuringsområdene ligger disse lokalitetene over 1000 moh. Samlet skadeareal er beregnet til 71 km^2. Innsjøene i Ekkjeskar i Suldalsvassdraget ble kalket i perioden 1996-2005; Halvfjordungsvatnet, Øvre Langatjern, Nedre Langatjern og Ekkjeskardtjernet. Halvfjordungsvatnet ble direkte kalket i 1996. Det er gjennomført fiskebiologiske undersøkelser i disse vatna i 1996, 1998 og 2002 (Hellen m.fl. 2004a). I 1996 ble det tatt én fisk i Ekkjeskardvatnet, men ingen i de tre andre innsjøene. I 1998 hadde disse lokalitetene tynne bestander, og de besto i hovedsak av utsatt fisk. Prøvefiske i 2002 viste at både Halvfjordungsvatnet og Ekkjevatnet fortsatt hadde tynne aurebestander, men det ble påvist naturlig reproduksjon i begge innsjøene. Elfiske i innløp og utløp av Øvre Langatjern viste god naturlig rekruttering, bortsett fra i Nedre Langatjern.

I 2000 ble Ljosevatnet og Reinsnosvatnet i Austbølavassdraget prøvefisket (Hellen m.fl. 2004a). Ljosevatnet hadde da en relativt tynn aurebestand, og vannkvaliteten ble vurdert som følsom for forsuring. Konsentrasjonen av labilt Al var imidlertid ubetydelig, med 3-8 µg/L. På bakgrunn av at det ble påvist naturlig rekruttering i perioden 1994-98, og at det har vært en klar bedring av forsuringssituasjonen i seinere år, antar vi at aurebestanden i Ljosevatnet ikke lenger er forsuringspåvirket. Reinsnosvatnet hadde en god aurebestand med tilfredsstillende vannkvalitet. I 2001 ble tre vatn i nabovassdraget (Løyningdalsvassdraget) undersøkt; Botnavatnet, Nyastøls-vatnet og Løyningsvatnet (Hellen m.fl. 2004a). Botnavatnet hadde da en relativt tynn aurebestand, mens de to andre innsjøene hadde tette bestander. Vannkvaliteten i disse innsjøene var god. I 2001 ble Øvre og Nedre Orrevatnet i Hildalsvassdraget prøvefisket, som ga fangster på bare henholdsvis fire og tre aurer. Vannkvaliteten var god, så manglende naturlig rekruttering ble antatt å være klimatisk betinget. På utløpet av Øvre Orrevatnet er det lagt ut kalkgrus. En mindre innsjø øst for Seljestadjuvet (1250 moh) ble kalket i perioden 1996-2002 (Rolf Bøen pers. medd.).

Mange av de antatt forsuringspåvirkede innsjøene Odda er lokalisert i høyfjellet (> 1000 moh). I disse lokalitene kan derfor rekrutteringsforholdene for aure i stor grad enten være klimatisk betinget eller begrenset av beskaffenheten til gytebekkene. Vannkjemiske målinger tyder på at forsuringen er marginal, og vannkvaliteten har sikkert bedret seg mye i løpet av de siste 10-15 åra. Det knytter seg derfor stor usikkerhet til om fiskeskadene pga forsuring i Odda er så store som det her antydes.

Vi velger å begrense et mulig forsuringsområde med fiskeskader i Odda til å strekke seg fra Halvfjordungsvatnet, Langatjernane og Ekkjeskardtjernet og videre nordover til Halletgrønetjern-ane.

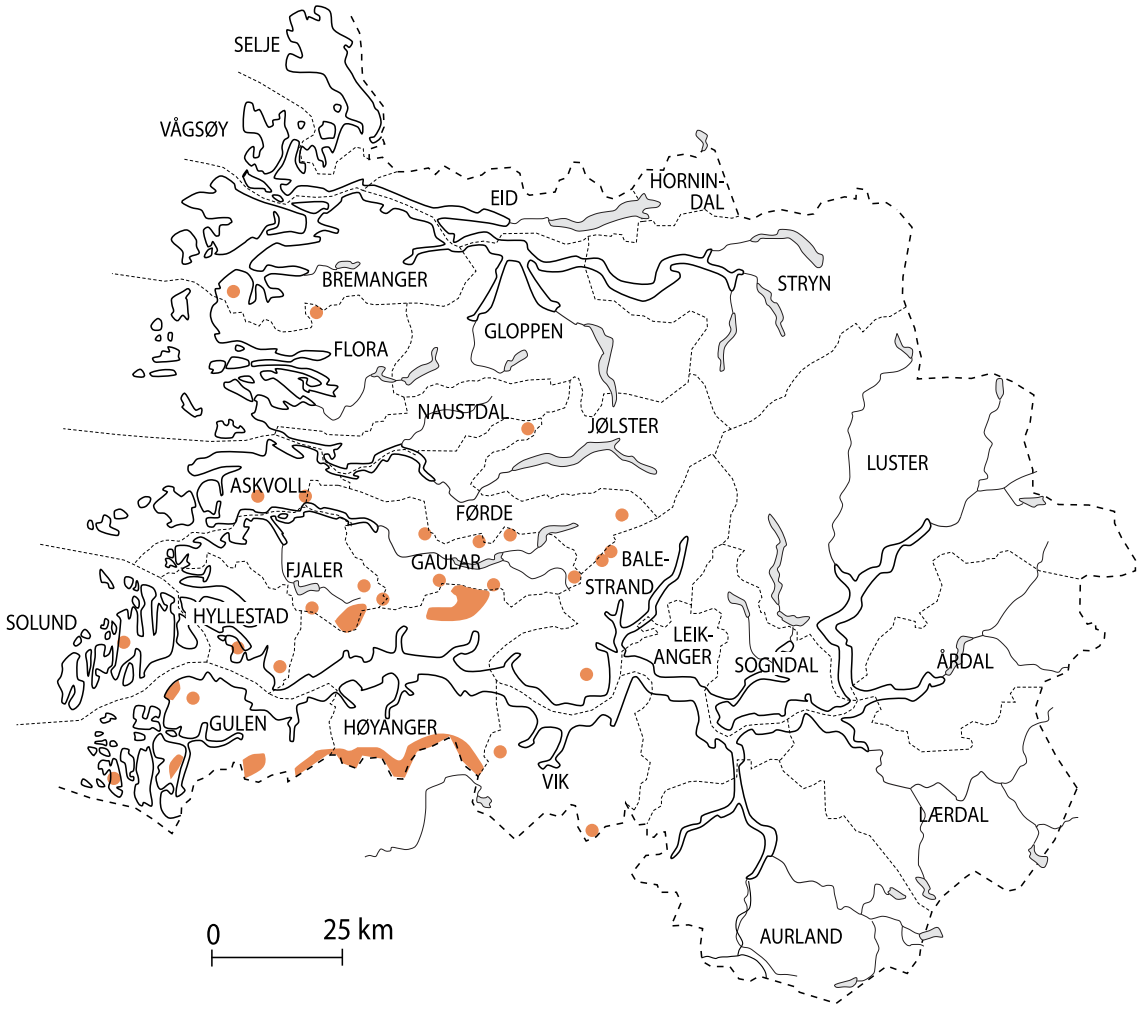
Etne Det er registrert to forsuringsområder i Etne; ett i sør mot Vindafjord og Sauda i Rogaland og det andre rundt Vaulovatnet i øst. Det første området strekker seg til Høylandsvatnet i vest og til Djupavatnet/Mjåvatnet i nord. I 1996 ble Furevatnet og Holmavatnet sørvest for Høylandsvatnet prøvefisket, og begge innsjøene hadde middels tette aurebestander (Hellen m.fl. 2004a). Disse to innsjøene, samt Lysevatnet har vært kalket, med fokus på å bedre vannkvaliteten for laksen i Rødneelva. Lysevatnet var nesten fisketomt pga forsuring, men aurebestanden har tatt seg opp etter kalking (Erik Kvalheim pers. medd.) Det har vært en betydelig kalkingsaktivitet i deler av dette området (Sørelvvassdraget), med direkte kalking i seks innsjøer i flere år siden slutten av 1980-tallet og begynnelsen av 1990-tallet (Hellen m.fl. 2004a). Det er gjennomført biologiske undersøk-elser i alle disse innsjøene, med i flere lokaliteter ble det dokumentert fiskeskader og marginal vannkvalitet. Kalkingen av disse lokalitetene har nå opphørt. I Fagravatnet helt sørøst i Vikedals-vassdraget har aurebestanden gått tapt. Bjørndalsvatnet og Botnavatnet lengre ned i dette vass-draget har derimot nå middels tette til tette aurebestander. Flotavatnet (587 moh) i vest inngår i Statlig program for forurensningsovervåking. Her var aurebestanden nesten utryddet pga forsuring tidlig på 1980-tallet. Den holdt seg tynn helt til midten av 1990-tallet, men fram til 2000 skjedde det en kraftig bestandsøkning (SFT 2006). Dette samsvarer med økt rekruttering på slutten av 1990-tallet (Hesthagen m.fl. 2001, SFT 2006). Det har også vært en kraftig bedring av vannkvaliteten i disse bekkene siden slutten av 1980-tallet.

Fiskebestandene i innsjøene rundt Vaulovatnet (Vaulo) har nå bare små forsuringsskader. På 1980-tallet var trolig denne innsjøen fisketom, for det ble fisket med garn mange ganger med negativt resultat. I 1990/91 ble det satt ut 3.000 settefisk i vatnet, og dette ga trolig opphav til ei ny fiskestamme. Innsjøen har nå en tett aurebestand med småfallen fisk, idet utbyttet på ett småmasket garn (20/22 mm) kan være 15-20 individ. Ut på 1990-tallet ble det registrert gyting i flere tilløpsbekker, der det nå skjer til dels oppfattende gyting. Men i 1999 ble sju tilløpsbekker til Vaulovatnet elfisket uten å påvise ungfisk (Hellen m.fl. 2004a). Dette resultatet kan ha sammenheng med en relativt høy vannføring under feltarbeidet. Gyteforholdene i bekkene ble for øvrig vurdert som dårlige, bortsett fra i én lokalitet. Mange av disse bekkene har også så små nedbørsfelt at tørrlegging og bunnfrysing kan være et problem for overlevelsen til yngel. Vannkvaliteten i Vaulovatnet i 1999 var relativt god, både på utløpet (pH= 6,05) og i ymse tilløpsbekker (pH=5,52-6,88). Innsjøen inngår i Statlig program for forurensningsovervåking, og resultatene viser at vannkvaliteten har bedret seg kraftig i løpet av de siste åra (SFT 2007). Høsten 2004 ble disse verdiene målt: pH=5,84, labilt Al=5 µg/L og ANC=10 µekv/L. De største innsjøene vest for Vaulavatnet ble opplyst å ha gode bestander på slutten av 1980-talet (Sandvatnet, Naustavatnet og Blomstølsvatnet). Vannkjemiske målinger høsten 1994 viste heller ikke særlig surt vatn (pH 5,96-6,06) (Rådgivende Biologer 1997). Både Blomstølsvatnet og Sand-vatnet har nå tette aurebestander. Langvatnet (922 moh) hadde en redusert aurebestand i 1989. Vannprøver tatt høst 1994 og vår 1995 tydet imidlertid ikke på særlig forsuringsproblemer, med pH på henholdsvis 6,17 og 5,83. Aurebestanden i innsjøen er økende, og det er påvist naturlig rekruttering. Det er noen innsjøer med mulig forsuringsskadde fiskebestander sør og øst for Vaulovatnet. I 1989 ble det opplyst at disse lokalitetene hadde reduserte aurebestander. Dette er alle høyereliggende innsjøer (945-1103 moh), slik at både dårlige gytebekker og klimatiske forhold kan være begrensende faktorer for rekrutteringen hos aure. I dette området er det trolig bare et tidsspørsmål før fiskeskader pga forsuring opphører.

Tidligere var det også et område i nordvest mot grensa til Kvinnherad med noen reduserte aurebestander. Men disse lokalitetene vurderes ikke lenger som særlig forsuret, sjøl om det på midten av 1990-tallet ble påvist variabel og periodevis lav pH (jfr. Rådgivende Biologer 1997). En må også anta at vannkvaliteten har blitt betydelig bedre i løpet av de siste 10-15 åra. Dette dreier seg også om høyereliggende innsjøer, idet flere er lokalisert over 1000 moh. Manglende gytebekker og klimatiske forhold er derfor trolig avgjørende for rekrutteringen hos aure i dette området.

3.3.12 Sogn og Fjordane

Det har vært en klar reduksjon i areal med forsuringsskadde fiskebestander i Sogn og Fjordane siden 1990. Skadearealet er redusert med 28 % i løpet av de siste 15 åra, og er i dag 451 km^2.



Figur 15. *Områder med forsuringsskadde fiskebestander i Sogn og Fjordane pr. 2006. Areal under 15 km^2 er angitt som ett punkt.*

På slutten av 1970-tallet ble det registrert fire områder i Sogn og Fjordane hvor det ut fra vannkvalitet og opplysninger om fiskestatus, var antatt å ha forsuringsproblemer. Dette omfattet (i) Gulen og Høyanger sør for Sognefjorden, (ii) Høyanger/Gaular-området nord for Sognefjorden, (iii) Naustavassdraget og (iv) områdene rundt Ålfotbreen i Bremanger og Flora kommuner (Sevaldrud & Muniz 1980). I løpet av 1980-tallet skjedde det en kraftig økning i fiskeskadene i Sogn og Fjordane (Hesthagen m.fl. 1994). Pr. 1990 hadde rundt 170 aurebestander gått tapt, mens ytterligere 445 bestander var skadde (Hesthagen m.fl. 2000b). Det er utarbeidet en egen rapport om forsuring og fisk i Sogn og Fjordane (Bjørklund m.fl. 1998).

De fleste kommunene i Sogn og Fjordane har nå bare små områder med forsuringsrelaterte fiskeskader (**figur 15**). De nye beregningene viser at det totale forsuringsområdet er redusert fra 623 km^2 rundt 1990 til 451 km^2 pr. 2006 (**tabell 2 & 14**) Høyanger kommune har desidert størst skadeareal, med 268 km^2. Det har vært en betydelig nedtrapping av innsjøkalkingen i

Sogn og Fjordane i løpet av de siste 15 åra, fra 74 lokaliteter i 1991-96 til bare 12 lokaliteter i 2005-06. De fleste innsjøene som fortsatt blir kalket ligger i Fjaler, Gulen og Høyanger kommuner.

Tabell 14. *Kommunevis fordeling av areal med forsuringsskadde fiskebestander i Sogn og Fjordane pr. 2006.*

Kommune-nr	**Kommune**	**Areal** (km^2)
1439	Vågsøy	0
1443	Eid	0
1438	Bremanger	3
1401	Flora	4
1433	Naustdal	3
1428	Askvoll	6
1432	Førde	9
1429	Fjaler	28
1430	Gaular	35
1418	Balestrand	10
1412	Solund	2
1413	Hyllestad	7
1416	Høyanger	268
1411	Gulen	59
1417	Vik	17
1422	Lærdal	0
Alle		451

Eid og Vågsøy På 1970/80-tallet ble det opplyst om reduserte aurebestander i både Eid og Vågsøy kommuner, som ble satt i sammenheng med forsuring. Fiskebestander i disse to kommunene vurderes ikke lenger som forsuringsskadde.

Bremanger Mellom Norddalsfjorden og Sørgulen og området lengre vest ligger et lite forsurings-område med skader på fiskebestander. Her hadde Langevatna (nr 28135) og Grøneggvatnet (nr 28153) reduserte aurebestander før kalking og igangsetting med fiskeutsetting tidlig på 1990-tallet. I 1995 ble det kun lagt ut kalkgrus, og innsjøene kan knapt vurderes som kalket. Kalkingsprosjektet ble innstilt etter prøvefiske i 1995, som konkluderte med svært dårlige forhold for naturlig gyting i Grøneggvatnet. Bestanden må derfor baseres på utsettinger (Merete Farstad pers. medd.). I Langevatnet er det ingen brukbare gytebekker, men det er rapporert om innsjøgyting. Det var en ung bestand i 1995, med en dominans av 2-3 åringer. Det tydet på at rekruttering bedret seg på begynnelsen av 1990-tallet. En antok at aurebestandene i disse innsjøene ville klare seg uten kalking, og at bekkekalking var uegnet som kalkingsstrategi (Merete Farstad pers. medd.). Både Langevatna og Grøneggvatnet har nå relativt tette aurebestander. Det er satt ut fisk flere ganger i begge disse innsjøene, i tillegg til at det er konstatert naturlig reproduksjon. Men det har også vært en klar bestandsøkning i ikke-kaldede innsjøer i området. Sørgulevatnet hadde en tynn aure-bestand på 1990-tallet, mens et prøvefiske i 1998 viste at bestanden hadde blitt relativt tett (Forseth m.fl. 1999). Vannkvaliteten var likevel marginal, med lav pH (5,39) og negativ ANC (-1 µekv/L). Innholdet av labilt Al var derimot bare 11 µg/L. Ut fra en generell bedring av vannkvaliteten i seinere år, har trolig bestandstettheten økt ytterligere. I 1997 ble det også satt ut fisk i Sørgulevatnet. I 2002 ble det foretatt undersøkelser i Videdalsvatnet og Tussevikvatnet på Bremangerlandet (Hellen m.fl. 2003a). Begge innsjøene hadde da middels tette aurebestander, og det ble antatt at forsuringen ikke lenger hadde særlig betydning for verken rekruttering eller bestandsstørrelse.

Flora Det er et forsuringsområde vest for Grytedalen, som trolig bare omfatter Akslavatnet og Rundevatnet. I Akslavatnet ble det foretatt bekkekalking i privat regi i 1992. Rundevatnet ble kalket i perioden 1992-95 (Merete Farstad pers. medd.). Aurebestandene i begge lokalitetene

var trolig skadde før kalking, idet de ble vurdert som tynne. Etter at innsjøene ble kalket på 1990-tallet, har aurebestandene økt og blir nå vurdert til middels tette (Rune Nordbotten pers. medd.). Auren i Langevatnet (Grytevatnet) og Kupevatnet øverst i Grytedalen er trolig ikke forsuringsskadet, idet de har henholdsvis middels tette og tette bestander. I 1998 ble Hestedalsvatnet nord for Norddal prøvefisket (Forseth m.fl. 1999). Til tross for en relativt marginal vannkvalitet (ANC=1 µekv/L), hadde vatnet en svært tett aurebestand.

Naustdal Fiskebestandene i deler av Naustavassdraget var tidligere vurdert som forsuringsskadde. Vi antar nå at dette bare gjelder de tre Svartpøylevatna helt øverst i vassdraget. Prøvefiske i det innerste vatnet i 1998 ga negativt resultat, og var trolig fisketomt (Forseth m.fl. 1999). Fra lokalt hold ble det opplyst at det etablerte seg en stedegen aurebestand i Indre Svartpøylevatnet etter utsettinger på 1930-tallet. Den nedenforliggende sjøen hadde tidligere en tett aurebestand, men den er trolig også tapt. Fraværet av fisk i Svartpøylevatna kan skyldes klimatiske forhold, kombinert med små eller dårlige gyteareal og manglende utsettinger i seinere år. Det indre vatnet er lokalisert 885 moh. Det knytter seg også noe usikkerhet til om aurebestanden Bøelva er påvirket av forsuring (Einar Eimhjellen pers. medd.). Denne elva drenerer områder fra Skruklefjellet mot Angedalen. Lengre ned i vassdraget er det vist at Vonavatnet, Nordre Gotdalsvatnet og Søndre Gotdalsvatnet hadde relativt tette røyebestander i 1995. Tetthetene hadde økt siden 1985 (SFT 1996). Disse innsjøene hadde i tillegg tynne aurebestander, men dette skyldes mest sannsynlig konkurranse fra relativt tette røyebestander. Ytre Langevatnet (752 moh) hadde en tynn aurebestand i 1995, men den har aldri vært særlig tallrik (Einar Eimhjellen pers. medd.). Det har heller ikke vært endringer i røyebestanden i Trodalsvatnet i seinere år, verken mht mengde fisk eller fiskens størrelse og kvalitet (Sverre Bruflot pers. medd.). Denne innsjøen har kun røye, bortsett fra enkelte aurer som vandrer ned fra høyereliggende innsjøer. Det er også foretatt bestandsundersøkelser i Storevatnet i Sørelvavassdraget (Lund m.fl. 2002). Innsjøen har en middels tett aurebestand og en relativt tett røyebestand med god rekruttering. Vannkvaliteten i denne innsjøen skulle heller ikke tilsi forsurings-skader på fisk. I 2002 ble det foretatt undersøkelser i Jonstadvatnet i Osenvassdraget (Hellen m.fl. 2003a). Verken vannkvalitet eller fiskemengde (aure og røye) tydet på at innsjøen hadde forsuringsproblemer.

Askvoll Områder med forsuringsskadde fiskebestander i Askvoll begrenser seg idag til noen vatn i Rivedalsvassdraget. Her døde aurebestandene i Nipevatnet og Langevatnet ut på midten av 1970-tallet, mens Søre Atlevatn og Svartetjørna hadde reduserte bestander (Roald Noreide pers. medd.). Gytebekkene til disse innsjøene ble kalket fra 1998. Et prøvefiske i 2005 viste at Langevatnet og Nipevatnet hadde tette aurebestander, og at de trolig var fisketomme før utsettingene i 1999-2001 (Hellen m.fl. 2006a).Et prøvefiske i 2000 viste at Svartetjørna hadde en middels tett aurebestand, mens tettheten i Søre Atlevatnet var noe lavere (Åtland m.fl. 2001). Det er også noen fisketomme innsjøer nord for Langevatnet, men disse har trolig aldri hatt fisk. I løpet av de siste 10-15 åra har Stordalsvatnet hatt en middels tett aurebestand. På midten av 1990-tallet ble Fismavatnet i Jevneheiane nord for Askvoll sentrum kalket, som da hadde en redusert aurebestand. På samme tid ble Askvatnet og Dokkevatnet også kalket, men begge innsjøene hadde middels tette/tette aurebestander uten klare indikasjoner på fiskeskader. Et prøvefiske i 2000 viste at Dokkvatnet hadde en middels tett aurebestand, mens bestanden i Fismavatnet var under middels tett (Åtland m.fl. 2001). Begge innsjøene hadde god vannkvalitet. Fismavatnet ble fullkalket i 1994 og 1995, i tillegg til bekkekalking i perioden 1994-98. At denne aurebestanden fortsatt er tynn til tross kalking i flere år, tyder på manglende eller dårlige rekrutteringsareal. Fiskebestandene i innsjøer i Jevneheiane vurderes ikke lenger som særlig forsuringsskadde. Kalkingen av Fismavatnet, Dokkevatnet og Askvatnet ble avsluttet i 1997/98. Det er antatt at disse aurebestander ikke lenger er negativt påvirket av forsuring (Merete Farstad pers. medd.).

Førde Området med forsuringsskadde fiskebestander begrenser seg nå trolig til bare noen vatn i øvre deler av Angedalen i Jøstravassdraget, nemlig vannstrengen fra Nordvatnet, Tjørnene og Botnavatnet. Aurebestanden i Botnavatnet var nesten tapt før kalkingen ble satt i gang på midten av 1990-tallet. Seinere har bestanden økt til middels tett (Magnus Mo pers. medd.). I

1995 ble det startet årlig kalking av innløpselva fra Isvatnet. I tillegg har Isvatnet og Nordvatnet vært fullkalket siden 1998, en kalkingsstrategi for å kalke Botnavatnet. Prøvefiske i Botnavatnet i 1999 og 2003 viste god effekt av kalkingen, med en tett bestand og stort innslag av yngre individ (Hellen m.fl. 2000, Bjerknes m.fl. 2004).

I Mevatnet og Grøningstølsvatnet i Gaularvassdraget (Haukedalen) har aurebestandene vært skadet av forsuring i lenger tid (Sevaldrud & Muniz 1980, Hesthagen m.fl.1994). Begge bestandene har imidlertid økt i løpet av de siste 10 åra. I Mevatnet er det gjennomført prøvefiske som en del av Statlig program for forurensingsovervåking i 1994, 1999, 2003 og 2007 (Hesthagen & Saksgård 1995, SFT 2004, upubl.). I 1999 var bestanden svært tynn, med et utbytte på bare rundt 2 individ pr. 100 m^2 garnareal (CPUE). Yngre årsklasser manglet helt i fangstene. Fram til 2003/07 hadde det imidlertid utviklet seg en tett bestand. Sjøl om vannkvaliteten i Mevatnet fortsatt er noe marginal, vurderes fiskebestanden her ikke lenger som forsuringsskadet. Grøningstølsvatnet ble også prøve-fisket i 1994, med et utbytte (CPUE) på 2,5 individ (Hesthagen & Saksgård 1995). Rekrutteringen var da sviktende, med 4-åringer som yngste aldersgruppe i fangstene. To tilløpsbekker ble kalket i flere år (1994-2001). Et prøvefiske i 2001 ga imidlertid en tredobling av fangstutbyttet, med CPUE=7,7 individ (Lund m.fl. 2002). Rekrutteringen var også relativt god, med innslag av fisk i alle aldersgrupper mellom 1-7 år. Men fangstutbyttet i 2001 viste at aurebestanden i Grøningstølsvatnet fortsatt var relativt tynn og forsuringsskadet. Et nytt prøvefiske i 2006 viste at bestanden fortsatt er tynn, men at pH trolig har økt noe siden midten av 1990-tallet (Hellen m.fl. 2006b). Resultatet av elfisket ved Grøning høsten 2003 var også positivt, med registrering av yngel (Hellen m.fl. 2003b). Aurebestanden i Haukedalsvatnet var tidligere også forsuringsskadet, med omfattende fiskedød på slutten av 1960-tallet (Sevaldrud & Muniz 1980). Men bestanden tok seg opp på slutten av 1970-tallet, og i 1994 ble den vurdert som god (Hesthagen & Saksgård 1995). Prøvefiske av Kvanndalsvatnet (557 moh) sør for Sundsdalen i 1998 viste en middels tett aurebestand (Forseth m.fl. 1999). Verken alderssammensetning eller vannkvalitet tydet på at bestanden var særlig forsur-ingspåvirket.

Fjaler På slutten av 1980-tallet var det relativt store forsuringsproblemer i Fjalar. I perioden 1991-97 ble ni innsjøer og Espelandselva og Hovlandselva kalket. I østlige deler av Fjaler er det antatt å være et forsuringsområde, som omfatter deler av Styggeheia. Her ble flere innsjøer prøvefisket i perioden 1998-2006 (Forseth m.fl. 1999, Hellen m.fl. 2000, 2003a, 2005a, Åtland m.fl. 2001, Lund m.fl. 2002, Bjerknes m.fl. 2004, Hellen m.fl. 2006b). Det er noe vanskelig å avgrense forsuringsområder med fiskeskader fordi flere bestander trolig har rekrutteringsbegrensninger pga dårlige gyteforhold eller klima. Det ble i gangsatt kalking av flere innsjøer i dette området på 1990-tallet; Torevatnet, Krokevatnet, Vardevatnet og Navnlausvatna. En undersøkelse i 2006 viste at Vardevatnet og Torevatnet nå har middels tette aurebestander (Hellen m.fl. 2006b). Det ble konkludert med at ut fra den generelle utviklingen i vannkvalitet, er det høyst sannsynlig ikke nødvendig å kalke disse innsjøene lenger, eventuelt med kalkgrus i enkelte år. Djupevatnet (666 moh) sør for Drivefjellet hadde en relativt tynn aurebestand i 1998. Imidlertid må vannkvaliteten vurderes som god, med et innhold av labilt Al på bare 4 µg/L. Det er derfor usikkert om aurebestanden i denne innsjøen kan vurderes som forsuringsskadet. Aurebestanden i Djupevatnet (630 moh) sør for Kvanngrødnipa synes å ha god rekruttering, og den er trolig ikke forsuringstruet. Gaddevatnet sør for Djupevatnet har også en god aurebestand, og innholdet av labilt Al var under 10 µg/L. Aurebestanden i Øvre Auvatnet i sør er også god. Aurebestandene i Navnlausvatna var trolig påvirket av forsuring tidligere, da det har vært en bestandsøkning etter utlegging av kalkgrus i 1999-2002. Øvre Navnlausvatnet ble prøvefisket i 1998 og 2002, og i denne perioden har det vært en klar bestandsøkning. Kalkingsprosjektet i Navnlausvatna er avslutta, med siste kalking i år 2002. Lengre øst er aurebestandene i de tre Øyvatna vurdert som forsuringsskadde. Et prøvefiske i 2003 tydet på at de to øverste vatna var fisketomme, mens det nederste hadde en svært tynn aurebestand. Disse innsjøene var relativt sure og hadde en ustabil vannkvalitet. Men gyte- og oppvekstforholdene i tilløpsbekkene er svært begrenset, og trolig medvirkende til dagens bestandsstatus.

I sør er det et mindre forsuringsområde som trolig strekker seg fra Storevatnet (570 moh) øst for Austefjellet og østover til Storevatnet (660 moh) på Storefjellet. Et prøvefiske i den siste lokaliteten i 2001 ga negativt resultat (Lund m.fl. 2002). Det antas at aurebestanden i vatnet døde ut tidlig på 1980-tallet. Det ble satt ut fisk i 2002 og 2003, og innsjøen har vært kalket siden 2002. Prøvefiske i 2007 viste en tett bestand, med dominans av ung fisk (Merete Farstad pers. medd.).I dette området ble Botnavatnet og Storevatnet prøvefisket i 1999 og 2004 (Hellen m.fl. 2000, 2005a).

Siden 2000 er det lagt ut kalkgrus i utløpsbekken til Storevatnet (570 moh). Prøvefiske i 1999 påviste en svært tynn aurebestand, med en fangst på bare to individ. Prøvefisket i 2004 viste en klar bestandsøkning, med en fangst på 20 individ. Bestanden må altså fortsatt vurderes som relativt tynn, noe som kan skyldes begrensede gyteområder.

Botnavatnet er påvirket av kalkingen av Stølsvatnet og Sandavatnet i Høyanger, som ble fullkalket i perioden 1994-2002. Stølsvatnet og Sandavatnet hadde middels tette bestander i 2004 (Hellen m.f. 2005a).I Botnavatnet ble det i tillegg lagt ut 8-16 tonn kalkgrus i to gytebekker i perioden 1994-98. Storevatnet og Botnavatnet har henholdvis en tynn og en tett aurebestand. Ut fra de vannkjemiske målingene fra 1999, kan aurebestanden i Storevatnet være forsuringsskadet. Men gyteforholdene synes også å være svært begrenset. Det har heller ikke vært noen bestandsøkning i Storevatnet etter kalking, dvs mellom 1999 og 2004. Fjellsendetjørna og Helleskardtjønn sør for Storevatnet kan også være forsuringspåvirket (jfr. Lund m.fl. 2002). Lokaliteten ble innsjøkalket første gang i 1995, og det har vært lagt ut kalksteingrus i gytebekkene. Aurebestanden i vatnet kan være rekrutteringsbegrenset, med svært dårlig og lite tilgjengelig gyteareal. Kalkingsprosjektene i disse innsjøene er avsluttet; Fjellsendetjørna (2003), Helleskardtjønn (2003), Stølsvatnet (2002), Sandavatnet (2002) og Botnavatnet (kalkgrus lagt ut siste gang i 1998). Det var et lokalt ønske om å avslutte kalkingen, samt at forvaltningen mente at aurebestandene nede i dalførene (Sanda-vatnet, Botnavatnet, Stølsvatnet) trolig likevel ville klare seg (Merete Farstad pers. medd.). Det er imidlertid målt lave pH-verdier i disse lokalitetene. Fjellområdene med Storevatna (innsjønr 28794 og 28730) er mer forsuringspåvirket, samtidig som substratet i gytebekkene er dårlig. Disse bestandene blir ikke lenger vurdert som forsuringstruet, men pH er i perioder målt til under 5.

Langevatnet i sørvest ble kalket i perioden 1993-98, da den ble avsluttet etter ønske fra grunneierne. Et prøvefiske i 2003 viste at vatnet hadde en tett aurebestand (Bjerknes m.fl. 2004). Også vannkvaliteten oppstrøms kalkingslokaliteten synes nå å være relativt god. Men etter at kalkingen ble stoppet, ser en tegn til reproduksjonssvikt i tilløpsbekkene. I Nedre Langevatn er det fortsatt en viss rekruttering. Ut fra disse vurderingene er innsjøen fortsatt forsuret, med mulig skader på fiskebestander.

Gaular En regional vannkjemisk undersøkelse i 1996 viste at innsjøer i nordvest hadde stabil og lav pH (Rådgivende Biologer 1998). Høyereliggende områder både i nord og sør hadde derimot variabel og lav pH (5,0-5,6). Det er idag ingen større sammenhengende strekninger med forsuringsskadde fiskebestander i Gaular. Unntatt er kanskje et par områder i sør, men de dekker areal under 10 km^2.

I nordvestlige deler ble det i 1998 gjennomført undersøkelser i Litlevatnet og Kvanndalsvatnet (Forseth m.fl. 1999). Aurebestanden i Litlevatnet var da tynn til middels tett, med noe varierende rekruttering. Begge innsjøene ble vurdert til fortsatt å være forsuringspåvirket, sjøl om vannkvaliteten var relativt god (ANC=5 µekv/L). Men det er grunn til å anta at aurebestandene i disse to innsjøene ikke lenger er skadde pga forsuring. Bergsvatnet har vært kalket siden 1992. I tillegg har det fra og med 1995 vært lagt ut kalkgrus i flere bekker. Aurebestanden i vatnet var redusert før kalkingsstart. En undersøkelse i 2000 viste at aurebestanden i Bergsvatnet var noe under middels tett og hadde irregulær aldersfordeling (Åtland m.fl. 2001). Et prøvefiske i 2006 viste derimot en middels tett aurebestand i Bergsvatnet (Hellen m.fl. 2006b). Kalkingen syntes å ha gitt god vannkvalitet. Videre østover ble Nykksvatnet fullkalket i 1996, som en del av kalkingsstrategien i Flekke-Guddalvassdraget. Men pga høye kostnander ble

kalkingen avsluttet. Kalkgrus har vært lagt ut i innløpsbekkene til Nykksvatnet siden 1997. Fisken gyter også på utløpet, og her har det ikke vært lagt ut grus fordi det ikke er påvist rekrutteringssvikt. Men prøvefiske i 1995 og elfiske i 1996 tydet på at dette var tilfelle i innløpsbekkene på midten av 1990-tallet. Innsjøen er nærmest todelt, og det kan være rekrutteringssvikt i gytebekkene i den indre eller nordøslige delen, mens dette ikke er tilfelle for bestanden som gyter på utløpet i den sørvestre delen (Merete Farstad pers. medd.).I Djupedalsvatnet er privat kalket, og det ble i alle fall lagt ut skjellsand her i 1993. Det er usikkert om aurebestandene i denne innsjøen har vært særlig forsuringsskadet. Fagredalsvatnet på Lundafjellet er kalket, og her var aurebestandene redusert før kalkingsstart i 1992. Siste fullkalking var i 1995. Seinere er det lagt ut kalkgrus i innløpsgytebekker med noen års mellomrom, sist i 2006 (Merete Farstad pers. medd.). En undersøkelse i 2000 viste at Fagredalsvatnet hadde en tynn aurebestand, med en lavere tetthet enn i 1995 (Åtland m.fl. 2001). Dette kan ha sammenheng med at fullkalkingen ble avsluttet fem år tidigere. Det er ikke kjent at andre aurebestander i området er forsuringspåvirket.

Vågsdalsvatnet (643 moh) på Sengafjellet nord for Viksdalen ble undersøkt i 1999 (Hellen m.fl. 2000). Fangstutbyttet tydet på at aurebestanden var relativt tynn, men aldersfordelingen viste naturlig rekruttering, bortsett fra i ett år. En tynn bestand og sviktende rekruttering i enkelte år kan skyldes både klimatiske forhold og forsuring. Vannkvaliteten i de siste åra har vært relativt god både på innløp og utløp, med ANC på 8-34 µekv/L. Unntaket var ANC=0 µekv/L på utløpet i november 1999. Den forsuringsfølsomme døgnfluearten *Baetis subalpinus* er påvist i utløpselva. Derimot ble det ikke funnet noen forsuringsfølsomme døgnfluearter på de to innløpene. Vannkjemiske målinger fra 1994-95 viste at Vågsdalsvatnet fortsatt var noe forsuret, med en marginal vannkvalitet mht rekruttering hos aure. Sjøl om det er sannsynlig at vannkvaliteten i dette området har bedret seg i løpet av de siste 10-15 åra, velger vi likevel å angi fiskebestandene i Vågsdalsvatnet og noen andre innsjøer i området som forsuringsskadde. Det fins ingen innsjøer av betydning i nærheten av disse lokalitetene. Litt lenger øst har Kvanngrødvatnet (720 moh) fortsatt en tynn aurebestand, som tidligere var middels tett (Sverre Hestad pers. medd.). Derimot har trolig Myklevatnet (488 moh) lenger øst en middels god aurebestand. Det er ikke kjent at andre fiske-bestander i nordøstlige områder er forsuringspåvirket. Kjellstadstølsvatnet (761 moh) og Storebotn-vatna (940 og 902 moh) har trolig naturlig tynne aurebestander.

I Eldalen var flere fiskebestander påvirket av forsuring på 1970/80-tallet. Nå er det bare Holmevatnet og Byttevatnet øverst i vassdraget som fortsatt har tynne aurebestander, med mulig skader pga forsuring. Byttevatnet ble prøvefisket i 1990, og siden synes det ikke å ha skjedd vesentlige endringer i bestandstettheten (SFT 1991a). Risbotsvatnet sør for Byttevatnet (grensevatn til Balestrand) hadde også en tynn aurebestand, og trolig kan den fortsatt være påvirket av forsuring (Hellen m.fl. 2003a). Derimot hadde Mjellvatnet og Litlevatnet lengre ned i vassdraget middels tette aurebestander allerede i 1990 (SFT 1991a). Elfiske på innløp/utløp og i tilløpsbekker har vist lave yngeltettheter for Holmevatnet og Byttevatnet, mens de har vært økende nedover vassdraget (Hesthagen m.fl. 2007c). I sørvestlig retning var det tidligere flere innsjøer med reduserte og tapte aurebestander. Mange av disse innsjøene er lokalisert over 900 moh. En må derfor anta at rekrutteringen hos aure er påvirket av både klima og gytebekkenes beskaffenhet. Vi velger likevel å angi fiskebestandene i innsjøene fra Storevassegga til Geitanova og mellom Snøheia og Storefjellet lengre vest som forsuringsskadde.

Balestrand Forsuringsskadene på fisk er svært begrenset. Oddmundsvatnet er eneste vatnet som er kalket, og her var aurebestanden nær tapt før kalking. Fullkalkingen kom igang i 1993, og i 1998 ble det også lagt ut kalkgrus i innløpsbekkene. Undersøkelser i 1998 viste at Oddmundsvatnet hadde god vannkvalitet, men aurebestanden var fortsatt svært tynn (Forseth m.fl. 1999). Det ble ikke påvist naturlig rekruttering i noen av gytebekkene. En ny undersøkelse i 2003 viste derimot at aurebestanden nå hadde blitt middels tett (Bjerknes m.fl. 2004). Kalkingen av gytebekkene synes derfor å ha virket positivt på bestandsutviklingen, idet rekrutteringen hadde blitt vesentlig bedret etter 1998. Fagravatnet øst for Oddmundsvatnet har fortsatt en tynn aurebestand (Jørgen Hundseth pers. medd.). Men målinger fra 1990 viste at vatnet ikke

var spesielt surt, med pH=5,34 og labilt Al=15 µg/L. Dårlige gyte- og oppvekstforhold kan derfor ha begrenset rekrutteringen hos denne aurebestanden.

Det er foretatt undersøkelser av mulige effekter av forsuring på fiskebestander i noen innsjøer vest for Oddmundsvatnet. Dette gjelder Fagerdalsvatnet som ble prøvefisket i 1998, men uten at det ble tatt fisk (Forseth m.fl. 1999). I følge de vannkjemiske dataene skyldes dette ikke forsuring, idet vannkvaliteten var god (pH=6,11 og ANC=13 µekv/L). I samme området ble Hesjedalsvatnet, Nordalsvatnet og Nessadalsvatnet undersøkt i 1999 (Hellen m.fl. 2000). Alle tre innsjøene hadde tette aurebestander, og de vannkjemiske målingene skulle heller ikke tilsi foruringsproblemer.

Det er også et mindre forsuringsområde i øvre deler av Gaularvassdraget, som blant annet omfatter Nystølsvatnet. Denne innsjøen inngår i Statlig program for forurensningsovervåking (SFT 2007). Undersøkelser i 2004 viste at innsjøen nå bare er moderat forsuret, med pH=5,80 og labilt Al=5 µg/L. Vannkvaliteten har bedret seg klart i løpet av de siste åra. Ved prøvefiske i 1988, 1996, 1999, 2002 og 2003 ble det påvist en tynn aurebestand, men med tegn til økning etter 1996 (Hellen m.fl. 2003a, SFT 2004). Elfiske på innløp/utløp har gitt svært lave tettheter av ungfisk, idet yngel bare har blitt påvist på utløpet i 1998 (SFT 2000). Sterk begroing av elvebunnen, spesielt på utløpet, kan ha vært medvirkende årsak til lave tettheter av ungfisk. Imidlertid viser bestands-undersøkelsene i Nystølsvatnet at det har vært naturlig rekruttering nesten hvert år i løpet av de 10 siste åra. Forholdene har derfor bedret seg, og bestanden er i en klar gjenhentingsprosess.

Aurebestanden i Lonevatnet nedstrøms Nystølsvatnet synes ikke å være forsuringspåvirket, idet den var middels tett allerede i 1989 (SFT 1990). Høsten 2002 ble det foretatt undersøkelser i Rimavatnet og Risbotsvatnet lokalisert i samme område (Hellen m.fl. 2003a). Det er ikke kalket eller satt ut fisk i disse to innsjøene. Risbotsvatnet hadde en tynn aurebestand, og trolig kan den fortsatt være påvirket av forsuring. Men en dominans av yngre årsklasser tyder på at bestanden nå er i en tidlig gjenhentingsfase. Rimavatnet har en tynn til middels tett aurebestand, og vannkvaliteten synes å være akseptabel for aure. Det er antatt at innsjøene sør for Risbotsvatnet har naturlig tynne aurebestander, som blant annet omfatter Trollabotsvatni, Blankavatni og Dalsdalsvatni.

Solund Det er et forsuringsområde i Storevatnvassdraget vest for Hagefjorden. På midten av 1990-tallet ble det foretatt bekkekalking i Øvre og Nedre Langedalsvatnet, Grunnevatnet, Skogavatnet og Storevatnet. Alle disse innsjøene har nå middels tette eller tette aurebestander. Videre var det et forsuringsområde i Engevikvassdraget, med blant annet en redusert aurebestand i Store Engevikvatnet. Dette området blir nå vurdert som marginalt forsuringsskadet, med små eller ingen effekter på fisk. Videre kan det være et lite forsuringsområde i Kvernhusvikvassdraget nordøst på Sula. Her ble det lagt ut kalkgrus i noen bekker i åra 1998-2000 og i 2005. I 2003 ble to innsjøer i dette området prøvefisket; Sandbotnvatnet (28 moh) og Kvernhusvatnet (10 moh) (Bjerknes m.fl. 2004). Begge innsjøene hadde tette aurebestander, med et fangstutbytte (CPUE) på henholdsvis 40 og 34 individ. De to innsjøene ble også prøvefisket i 1998, og det hadde vært små bestands-endringer fram til 2003. Disse innsjøene har imidlertid en dårlig vannkvalitet, med pH 4,7-4,9 og relativt høyt innhold av labilt Al (26-64 µg/L) (Merete Farstad pers. medd.). Men de er humusrike (43-94 mg Pt/l), noe som trolig gjør vatnet mindre giftig. Fiskebestandene i dette området blir likevel ikke lenger vurdert som særlig forsuringskadde.

Hyllestad Det er et forsuringsområde i Storakervassdraget på Høgeheia, der flere aurebestander har vært berørt av forsuring. På 1990-tallet ble fem innsjøer i området kalket; Svartevatnet (408 moh), Portestølsvatnet, Nervelivatnet og Svartevatnet (240 moh). Nedre Trollbotnvatnet, Nervelivatnet og Svartevatnet (408 moh) ble fullkalket i 1992, med årlig kalking fram til 1998. I Svartevatnet (240 moh) ble det lagt ut kalkgrus i 1997. Alle disse fem innsjøene ble undersøkt i 2003 (Bjerknes m.fl. 2004). Det omfattet elfisket i gytebekker og elvestrekninger, og prøvefiske av Svartevatnet og Nedre Trollebotnvatnet med garn. Tetthetene av ungfisk i til-

løpsbekkene var relativt lave, men begge innsjøene hadde tette aurebestander. Aurebestandene i disse innsjøene vurderes nå som middels tette til tette (Bernt Tore Inderøy pers.medd.). Undersøkelser i 2003 viste at vannkvaliteten i vassdraget bærer preg av gjenforsuring etter at kalkingen opphørte i 1998, med muligheter for begynnende reproduksjonssvikt hos aure (Bjerknes m. fl. 2004). Det er også et lite forsuringsområde på Bråstadheia, der aurebestanden i Krakelivatnet gikk tapt på 1980-tallet. Siden 1990-tallet har Markhusvatnet øst for Bergsheia og i Teigevatnet nord for Åfjorden vært kalket flere ganger. Formålet var å avsyre ei sidegrein av Flekke-Guddalsvassdraget for å bedre vannkvaliteten for laks og sjøaure på anadrom strekning. I ei periode på 1990-tallet ble for øvrig Espelands-vatnet kalket for å bedre vannkvaliteten i et oppdrettsanlegg. I 1998 ble Eidevatnet oppstrøms Espedalsvatnet kalket med samme formål.

Høyanger En kartlegging i 1996 viste at de fleste innsjøene i Høyanger var moderat sure. Unntaket var et mindre område i nordvest som var relativt stabilt surt, med pH rundt 5,0 (Rådgivende Biologer 1997). I perioden 1986-95 ble 24 innsjøer på nordsiden av Sognefjorden kalket, hovedsakelig vha kalkbrønner. Det er et betydelig antall regulerte vatn i Høyanger, noe som har virket negativt på fiskebestandene. Det har vært betydelige fiskeutsettinger I disse magasinene.

I 1998 ble bestandsforholdene i Norddalsvatnet, Trollebotnsvatnet, Stølsvatnet og Flugevatnet i nordøstlige deler av Høyanger undersøkt (Forseth m.fl. 1999). I Norddalsvatnet og Trollebotns-vatnet, som begge var kalket (1990-98), hadde tynne aurebestander av utsatt fisk uten naturlig rekruttering. Disse to innsjøene ble undersøkt på nytt i 2002 (Hellen m.fl. 2003a). Aurebestanden i Trollebotnsvatnet var fortsatt tynn, og besto trolig bare av utsatt fisk. Det ble imidlertid registrert naturlig rekruttering på utløpet. Dette var trolig først gang den utsatte fisken hadde gytt. Flugevatnet var ikke kalket, og hadde en klart forsuringspåvirket vannkvalitet. I 1998 var fiskebestanden i denne innsjøen tynn og preget av variabel rekruttering.

I 1999 ble Karidalsvatnet (grensevatn til Gaular), Stordalsvatnet, Stølsvatnet og Sandavatnet vest for Vadheimsfjorden undersøkt, samt Vassdalsvatnet sør for Ortnevikane (Hellen m.fl. 2000). Disse lokalitteene hadde da tynne eller middels tette aurebestander. De fire første innsjøene har vært kalket (innsjø – eller bekkekalking). De ble kalket siste gang i 2002/03 (Merete Farstad pers. medd.). Vassdalsvatnet hadde i 1999 en middels tett aurebestand og en tett røyebestand. De fire førstnevnte innsjøene ble undersøkt på nytt i 2004 (Hellen m.fl. 2005b). Alle hadde da middels tette aurebestander, bortsett fra Karidalsvatnet der bestanden fortsatt var tynn. Her ble det imidlertid påvist naturlig rekruttering i både 2001, 2002 og 2004.

I 2000 ble vannkvalitet og fiskebestand i Skilbreida i nordvestlige deler av Høyanger undersøkt (Åtland m.fl. 2001). Innsjøen ble fullkalket årlig i perioden 1995-99, i tillegg kom bekkekalking i 1995. Det ble påvist en tett aurebestand, med god rekruttering. Kalkingsprosjektet her er nå avsluttet.

I 2001 ble Kvanngrøvatna (2 stk), Heldalsvatnet og Helleskardtjønn i nordlige deler av Høyanger undersøkt (Lund m.fl. 2002). Kvanngrøvatna ble kalket på 1990-tallet, og det ble da påvist moderat til middels tette aurebestander. Heldalssvatnet ble innsjøkalket i 1994, og i tillegg er det lagt ut kalk-grus i strandsonen og i bekker. Kalkingen ble avsluttet i 2001. Heldalsvatnet hadde en noe under middels tett aurebestand, men aldersfordelingen var relativt normal. En ny undersøkelse i 2006 viste at Heldalsvatnet hadde en middels tett til tett aurebestand, uten tendens til redusert rekruttering etter kalkingsslutt (Hellen m.fl. 2006b). I Helleskardtjønn ble det startet innsjøkalking i 1995, og den stedegne aurebestanden var antatt å være utryddet pga forsuring. Prøvefiske påviste en tynn aurebestand, som i enkelte år har rekrutteringssvikt. Kalkingsprosjektet her er nå avsluttet.

I løpet av de siste åra har det vært en økning i fiskebestandene i flere områder av Høyanger. Fisken reproduserer nå i innsjøer lokalisert over 900 moh, som er 2-300 m høyere enn for 15-20 år siden (Svein Arne Forfod pers. medd.). Dette gjelder for lokaliteter på begge sider av

Sognefjorden. Innsjøene helt i nordøst har aldri hatt sjølreproduserende fiskebestander pga manglende gyte-muligheter. Det gjelder Viersbottvatna, Gautingsdalsvatna, vatna ved Bjørnesåta /Bjørneryggen og Brevatnet. I Øvre Gruvlebotnvatnet har det vært fisk tidligere pga utsettinger, men innsjøen regnes idag som fisketom. Høydegrensa for naturlig reproduksjon hos fisk i området går ved Heibottvatnet, som har mye fisk. Huskevatnet og Øyevatnet hadde tidligere tynne og reduserte aurebestander, trolig pga forsuring. Her har bestandene økt i seinere år og er nå middels tette. Aurebestandene i Norddalsvatnet vest for Gruvlebotnvatna og Høgsvatnet lengre ned i vassdraget er ikke lenger vurdert som forsuringsskadde. Norddalsvatnet har en balansert aurebestand i god kondisjon og med bra rekruttering.

En del fiskebestander i nordøstlige deler må fortsatt vurderes som forsuringsskadde (Svein Arne Forfod pers. medd.). I dette området har det vært installert nærmere 20 kalkbrønner, i tillegg til at Trollebotnsvatnet og Norddalsvatnet har vært fullkalket. Kalkede lokaliteter strekker seg fra Ulldalsvatnet i vest til Øvre Blankedalsvatnet i nordøst. Sistenevnte lokalitet ble undersøkt i 2003 (Bjerknes m.fl. 2004). Vannkvaliteten var marginal for aure, til tross for kalking av innløpsbekken. Bestanden var tynn, og hadde irregulær aldersfordeling. Det ble ikke påvist ungfisk i innløpsbekken. Utløpsbekken hadde noe ungfisk, men et begrenset gyteareal.

I enkelte vatn har også aurebestandene gått tapt i løpet av 1990-tallet, som Larselvvatnet, Steinbru-vatnet og Djupedalsvatnet. I Skåbakkevatnet gikk røyebestanden tapt i samme periode. Vatnet er kalket vha to kalkbrønner, og aurebestanden har økt fra tynn til middels. Fiskebestandene i de store reguleringsmagasinene, Breiddalsvatna, Storevatnet og Bergsvatnet, blir ikke lenger vurdert som en del av forsuringsområdet (Svein Arne Forfod pers. medd.). Fiskebestandene i områder lenger vest; vest for Vadheimsfjorden og rundt Nordstrandsvatnet, blir heller ikke vurdert som særlig forsurings-skadde.

På sørsiden av Sognefjorden er det fremdeles effeker av forsuring, med skadde bestander i Ortne-vikvassdraget og videre vestover til Gulen (Svein Arne Forfod pers. medd.). Men også her har det vært bestandsøkninger i seinere år. Det er trolig bare et tidssprsmål før de fleste innsjøene i området igjen har gode og levedyktige fiskebestander. Helt i vest er det to store regulerte innsjøer; Stølsvatnet og Krokavatnet.

Gulen I den verste forsuringsperioden hadde Gulen relativt omfattende fiskeskader. Men i løpet av de siste åra har bestandsforholdene bedret seg i betydelig grad. I Gulen inngår to innsjøer i Statlig program for forurensningsovervåking; Holmevatnet og Botnavatnet (SFT 2004, 2007). I 1996 var pH de to innsjøene noe lavere enn i 2003, med verdier på henholdsvis 4,96-5,25 og 5,15-5,29. Derimot var ikke konsentrasjonene av labilt Al vesentlig forskjellig for de to åra, med verdier på 16-27 µg/L. Botnavatnet hadde faktisk høyere labilt Al i 2003 enn i 1996. Prøvefiske i Botnavatnet i 2005 viste en fåtallig bestand (Brekke m.fl. 2006a). Kalkingen er avsluttet i de fleste innsjøene i Gulen.

Øst for Fjordsdalen har aurebestanden økt i flere vatn. Dette gjelder blant annet for Klypevatnet og Grønlivatnet vest for Setane, der de har økt fra tynne til middels tette (Hallvard Oppedal pers. medd.). Elfiske på utløpet av Grønlivatnet ga både yngel og eldre individ, mens det ble fanget både ungfisk og store mengder gytefisk på utløpet av Klypevatnet (Hellen m.fl. 2003b). Løynavatna, Krokelivatnet og Skiddalsvatnet i samme område har naturlig tynne bestander. Det ble fanget yngel både på innløpet og utløpet av Inngardsvatnet. Innløpet fra restfeltet nedenfor Skjerjevatnet og Smikkevatnet renner sammen rundt 50 m oppstrøms innløpet til Inngardsvatnet, og det ble påvist yngel begge steder. Dette tyder på gode bestander i både Skjerjevatnet og Smikkevatnet. Videre sørover har Storlivatnet en middels tett og uendret aurebestand. Sætersstølsvatnet, Askarvatnet og Geirevatnet hadde i en periode reduserte aurebestander, men prøvefiske i 2005 viste at de nå hadde blitt middels tette (Brekke m.fl. 2006a). Aurebestanden i Husevatnet har ikke hatt noen merkbar nedgang, men den har i seinere år økt fra middels til tett. Ved elfiske i elver fra Økjebotn og Blåfjellvatnet, og i bekker til Askarvatnet, Husevatnet og Geirevatnet, ble det høsten 2003 påvist naturlig rekruttering over alt (Hellen m.fl. 2003b). Derimot ble det ikke fanget fisk i bekker i tilknyt-ning til øvre og nedre Dokkvatnet,

Sæterstølsvatnet eller i ”Nedre Sæterstølsvatnet”. Det er derfor antatt at disse lokalitetene fortsatt representerer et forsuringsområde med skadde fiskebestander.

Smedalsvatnet mellom Lindelifjellet og Brattefjellet lengre vest har hatt en god og uendret aurebestand i hele forsuringsperioden. Men lengre vest er det et forsuringsområde som omfatter Transdalsvatnet, Furdalsvatnet og Yndesdalsvatnet. Transdalsvatnet har vært fisketomt i lengre tid, men i 2006 ble det satt ut villfisk fra andre deler av vassdraget (Jakob Kløvtveit pers. medd.). Transdalsvatnet var tidligere kjent som et godt fiskevatn, med fisk av fin kvalitet. To små tjern lenger vest har trolig aldri hatt fisk. Aurebestanden i Furdalsvatnet var også tapt, men en ny bestand ble reetablert vha utsettinger i 1993/94. En undersøkelse i 1998 viste at bestanden var tynn og hadde variabel rekruttering. Fangst av ett individ på 8 år under prøvefiske i 1998 tydet for øvrig på at innsjøen hadde en minimal restbestad før utsettingen noen år tidligere. Holmevatnet nordøst for Furdalsvatnet har ingen stedegen aurebestand pga manglende gytebekker (Erling Brekke pers. medd.). Det er imidlertid satt ut fisk i vatnet. Denne lokaliteten har vært kronisk sur, men pga mang-lende stedegen fiskebestand blir den ikke inkludert i skadeområdet. Olsvatna lenger øst skal visstnok ha hatt fisk tidligere, men fiskestatusen er ukjent (Erling Brekke pers. medd.). Smeds-dalsvatnet nordøst for Yndesdalsvatnet har nå en middels tett aurebestand, og den er ikke vurdert som forsuringsskadet. I 2001 hadde innsjøen en relativt tynn aurebestand, som kunne ha sammen-heng med forsuring (Lund m.fl. 2002). Men vannkvaliteten var rimelig bra både på innløpet og utløpet, med ANC på 5-18 µekv/L.

Området som begrenses av Eidsfjorden, Gulafjorden, Austgulfjorden og øst for Takledalen har nå bare små fiskeskader pga forsuring. Aurebestandene i noen innsjøer lengst vest, som Grindevatnet og Norddalsvatnet, har aldri vært skadet av forsuring. På utløpet av Grindevatnet ble det fanget noe yngel høsten 2003 (Hellen m.fl. 2003b). Flere av de større innsjøene her har nå middels eller relativt tette aurebestander etter å ha vært skadet av forsuring i ei periode; Klyvtveitvatnet, Austgulstølsvatnet og Botnavatnet. Elfiske på utløpet av Botnavatnet høsten 2003 ga både ungfisk og gytemodne individ (Hellen m.fl. 2003b). Aurebestanden i Klyvtveitvatnet er for øvrig trolig igjen redusert pga omfattende nedtapping (Jakob Kløvtveit pers. medd.). I 1998 hadde Austgulvatnet en svært tett aurebestand med god rekruttering, og yngeltettheten på innløpet var også høy (Forseth m.fl. 1999). Her ble det i perioden 1992-94 foretatt bekkekalking. I ei periode var også aurebestanden i Taklevatnet sterkt redusert, og den naturlige rekrutteringen hadde opphørt. Innsjøen hadde kun en restbestand av eldre og større individ (Rune Virkesdal pers.medd.). I de siste åra har bestanden tatt seg opp, og det er registrert naturlig reproduksjon. Vatnet er regulert, og dette har virket negativt på den naturlige rekrutteringen. I seinere tid (2003-05) er det satt ut rundt 400 settefisk hvert år. Taklevatnet har fortsatt en tynn aurebestand, men en antar at dette i hovedsak skyldes reguleringen. Innsjøen er derfor ikke inkludert i forsuringsområdet med skader på fiskebestander. Forsuringsskadet areal i dette området begrenser seg trolig til Langvatnet (Langetjørnet, 548 moh) vest for Botnavatnet, der aurebestanden er tapt (Rune Engesæter pers. medd).

På halvøya mellom Austgulfjorden og Nordgulfjorden er det et forsuringsområde som omfattes av de høyestliggende innsjøene, med flere tapte og reduserte bestander. Ved elfiske på utløpet av Skoddedalsvatnet høsten 2003 ble det kun fanget noen få gytefisk, mens det ikke ble registrert fisk på utløpet av Dyttingevatnet (Hellen m.fl. 2003b). Lavereliggende innsjøer har derimot gode fiske-bestander. Dalevatnet lenger nord har en tett aurebestand sjøl om vannkvaliteten blir vurdert som noe marginal (Lund m.fl. 2002). Haugsvatnet hadde tidligere en redusert aurebestand, mens den nå har økt til middels tett. Skåldalsvatnet ble innsjøkalket i 1986 og 1988, mens utløpsbekken ble kalket med skjellsand i perioden 1989-94. Prøvefiske i 2001 viste en tett aurebestand til tross for noe marginal vannkvalitet (Lund m.fl. 2002). Gytebekker til Søndre og Nordre Nordgulvatnet ble kalket med skjellsand i perioden 1989-94. I 2001 hadde begge innsjøene tette aurebestander (Lund m.fl. 2002). Det er heller ikke noe som tyder på at aurebestandene i disse lokalitetene har avtatt i seinere år.

Fisken i noen større innsjøer i nordvestlige deler av fastlandet er også forsuringsskadet. Her ble Brossvikvatnet kalket i perioden 1986-93 (bekkekalking), mens det har foregått innsjøkal-

king siden 1994 (unntatt 1997 og 1998). Dingjevatnet nedstrøms påvirkes av denne kalkingen. Begge disse innsjøene har tette aurebestander, mens de har relativt tynne røyebestander (Åtland m.fl. 2001, Brekke m.fl. 2006a). Svardalsvassdraget lenger sør har forsuringsskadde fiskebestander i Svardalsvatnet og Langevatnet. I Svardalsvatnet ble det satt igang bekkekalking i 1992, mens innsjøen ble fullkalket hvert år i perioden 1994-2002. Dette kakingsprosjektet er nå avsluttet. Langevatnet blir påvirket av kalkingen i Svardalsvatnet, i tillegg til at noen bekker ble tilført kalkgrus tidlig på 1990-tallet. Begge innsjøene har nå tette aurebestander med god rekruttering (Åtland m.fl. 2001, Hellen m.fl. 2005b). Derimot er røye-bestandene i innsjøene utdødd pga forsuring. Brandals-tjern oppstrøms Svardalsvatnet er også relativt sur. Men en undersøkelse i 1998 tydet ikke på bestandseffekter hos aure (Forseth m.fl. 1999).

Aurebestander i flere innsjøer på Sandøyna, Mjømna og Byrknesøya er tapt pga forsuring. Noen av disse lokalitetene har vært kalket tidligere. De fleste aurebestandene i disse innsjøene er nå middels tette eller tette. Dette gjelder ikke Måvatnet (tidligere kalket) og Nykksvatnet på Byrknesøya, som trolig er fisketomme (Hellen m.fl. 2003b). Midtbøvatnet på Sandøyna ble undersøkt i 2001, som da hadde en relativt tett aurebestand med god rekruttering (Lund m.fl. 2002). Aurebestanden i Randalsvatnet nord for Midtbøvatnet er heller ikke skadet av forsuring.

Vik Det er påvist forsuringsskadde fiskebestander i et område på Fossfjellet. Her har Dueskard-tjernet (991 moh), Dueskardvatnet (955 moh) og Store Grungavatet (941 moh) vært kalket med kalkgrus i gytebekker. I de to førstnevnte innsjøene opphørte trolig den naturlige rekrutteringen hos aure før kalkingsstart, og de stedegne bestandene ble vurdert som svært tynne. Et prøvefiske i Dueskardtjernet og Dueskardvatnet i 1998 påviste tynne aurebestander i begge innsjøene (Forseth m.fl. 1999). Seinere har disse bestandene vært økende, og de vurderes nå som tynne til middels tette (Arne Hove og Erik Tistel pers. medd.). Litt lengre øst har Ytredalsvatnet blitt kalket i lokal regi (Vik Grunneigarlag Sone 2 og 3). Aurebestandene i både dette vatnet og i Svartatjørn og Heimredalsvatnet litt lengre nord har forsuringsskadde fiskebestander. Men dette er høyereliggende innsjøer (1110-1145 moh), med stor sannsynlighet for at rekrutteringen påvirkes av dårlige gyte-forhold og/eller klimatiske faktorer. Bestandene kan derfor være rekrutteringsbegrenset. Vossavatnet på Vetlefjellet vest for Store Muravatnet, der aurebestanden ble ansett som skadet, ble også kalket. Det er ikke rapportert om fiskeskader i andre vatn i dette området. Hestavatnet vest for Fossfjellet ble prøvefisket i 1998, som da hadde en svært tynn aurebestand (Forseth m.fl. 1999). Men denne aurebestanden er fra lokalt hold vurdert som naturlig tynn, og vannkjemiske målinger tyder heller ikke på forsuringsskader. De regulerte innsjøene Målsetevatnet, Årebotnvatnet og Store Muravatnet har alle middels tette eller tette aurebestander. Nordøst for Store Muravatnet ligger tre høyereliggende innsjøer (1201-1271 moh) med naturlig tynne bestander og varierende rekruttering; Uksavatnet, Heimste Helgadals-vatnet og Ytste Helgadalsvatnet (Arne Hove pers. medd.). I Uksavatnet ble det satt ut aure første gang i 1922. Det er også et lite forsuringsområde i Steinslandsvassdraget på grensa til Høyanger, der Gavlavatnet er kalket. Ved NINAs regionale intervjuundersøkelse i 1989 ble bestanden i vatnet vurdert som skadet. Et prøvefiske på 1990-tallet viste at bestanden fortsatt var tynn (Merete Farstad pers. medd.).

Lærdal På 1990-tallet ble det kalket i strandsonen til Krekjevatnet (1373 moh) og Fremre Krekjevatnet (1346 moh) for å bevare skjoldkrepsbestandene. Lærdal har ingen fiskebestander med forsuringsskader.

3.3.13 Møre og Romsdal

Rundt 1980 var det ingen indikasjoner på fiskeskader pga forsuring i Møre og Romsdal (Sevaldrud & Muniz 1980). Imidlertid ble det poengtert at vannet i enkelte områder som Todalsvassdraget var svært lite bufret pga av ekstremt ionefattig vann, med ledningsevne under 10 µS/cm. Øvre Neådalsvatnet i Todalsvassdraget inngår i det nasjonale overvåkingsprogrammet, og innsjøen ble prøvefisket i 2001 og 2005 (SFT 2002, 2006). I 2001 var bestanden svært tynn med et utbytte (CPUE) på bare 2,5 fisk. Aldersfordelingen tydet på rekrutteringsvikt, med yngste individ på fire år. Men fram til 2005 skjedde det en klar bestandsøkning, med CPUE på 11 individ. Tre-åringer var nå yngste aldersgruppe, og med en normal aldersforde-

lingen blant 3-7 åringer. Vannkjemiske målinger fra juli, august og september 2005 tyder heller ikke på forsuringsproblemer, med høy pH (6,07-6,47) og et ikke-målbart innhold av labilt Al (SFT 2006). Bufferevnen var også relativt høy, med en alkalitet på 15-23 µekv/L. Imidlertid er altså innholdet av næringsalter svært lavt, med 6,8-8,3 µS/cm i ledningsevne og 0,29-0,51 mg kalsium pr. liter (SFT 2006). Vi kan ikke utelukke at det tidligere har vært negative effekter på rekrutteringen hos aure pga en kombinasjon av lav ionestyrke,forurensning og klima.

3.3.14 Sør-Trøndelag

Vest/nordvest for Femunden, på fjellkjedene Buhøgda-Flenskampen-Steinfjellet, ble det registrert betydelige forsuringsproblemer på slutten av 1970-tallet (Sevaldrud & Muniz 1980). Nordre deler av dette området (Steinfjellet) ligger i Røros kommune i Sør-Trøndelag, mens resten ligger i Engerdal og Os kommuner i Hedmark. Aktuelle innsjøer i Sør-Trøndelag i dette området omfatter bare Flensjøen. På slutten av 1970-tallet hadde denne innsjøen fortsatt gode bestander av aure og røye (Sevaldrud & Muniz 1980). I 1978 gjennomførte SNSF-prosjektet et prøvefiske i Flensjøen, og det ble tatt 12 aure og 17 røyer pr. garnserie (SFT 1983). I 1982 ble det samlet inn fangstoppgaver, og røyebestanden ble da karakterisert som tett, mens aurebestanden syntes å ha gått tilbake. I 1983 var derimot fangstene gjennomgående bedre enn i 1982, og vannkjemiske målinger tyder ikke på særlig surt vann (SFT 1984b). Men vannkvaliteten var forsuringsfølsom, med ledningsevne på 8,2-10,0 µS/cm og konsentrasjoner av kalsium på 0,54-0,75 mg/L. I 1984 var fangstene av røye høyere enn i tidligere år, mens aurebestanden fortsatte å avta (SFT 1985). Fram til 1985 avtok også fangstene av røye, mens mengden aure holdt seg på samme lave nivå som tidligere (SFT 1986). Det ble også påvist en nedgang i pH mellom 1982-85. I 1986 var fangstutbyttet for de to artene ytterligere redusert (SFT 1987). Det er sannsynlig at i alle fall aurebestanen i Flensjøen var forsuringspåvirket på 1980-tallet, medsviktende rekruttering i sure tilløpsbekker. I 2005 ble Flensjøen kalket med 100,2 tonn kalk, med helikopter. Innsjøen ble også kalket i 2008, med 150 tonn (Tore Qvenild pers. medd.).

3.3.15 Finnmark

På Jarfjordfjellet i Øst-Finnmark ble det registrert noen små områder med forsuringsskadde fiskebestander på 1980/90-tallet (Hesthagen m.fl. 1998). Dette skyldtes utslipp fra smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij i Russland. Det var spesielt mindre og høyereliggende innsjøer som var relativt sure, der noen fiskebestander var redusert eller tapt. Det har vært en klar bedring av vannkvaliteten i disse lokalitetene i seinere år, med 5,06-6,00 i pH og 2-27 µg/L uorganisk Al i 2006 (SFT 2007). Blant de undersøkte innsjøene var aurebestanden i Otervatnet sterkt redusert på slutten av 1980-tallet og begynnelsen av 1990-tallet. Men undersøkelser i 2000, 2004 og 2005 har vist at bestanden er gjenhentet, med normal aldersfordeling og høyt fangstutbytte. Det har også vært en kraftig bedring av vannkvaliteten i denne lokaliteten i løpet av de siste 15 åra. Forsuringsproblemene for fisken i innsjøene på Jarfjordfjellet vurderes nå som ubetydelige.

4 Diskusjon

Denne undersøkelsen viser at det har vært en reduksjon areal med berørte fiskebestander pga forsuring på rundt 38 % i perioden fra rundt 1990 og fram til rundt 2006. Arealet med skadde og tapte fiskebestander utgjør nå 13.326 km^2. De største skadereduksjonene har funnet sted i fylker med moderate forsuringsskader, som i Hordaland og Hedmark. Enkelte områder som tidligere var vurdert som sammenhengende skadet, kan nå være kraftig fragmentert. Det har også vært en betydelig reduksjon i fiskeskader pga forsuring på sørvestlandet, dvs Rogaland. Derimot har Agderfylkene fortsatt store og sammenhengende områder med fiskeskader. Men også i enkelte områder på Sørlandet har fiskebestander bedret seg, som i Sirdalvassdraget i Vest-Agder og Tovdalsvassdraget i Aust-Agder.

Det var en del metodiske problemer knyttet til analysen av mulige endringer i areal med fiskeskader. Arealberegningene pr. 1990 bygget opprinnelig på plott av innsjøer med berørte fiskebestander på kart med målestokk fra 1:420.000 til 1:1.000.000, avhengig av størrelsen på hvert fylke (Hesthagen m.fl. 1994, 1999). For å få mer nøyaktige skadeareal på det tidspunktet, foretok vi nye beregninger ved plotting på kart med målestokk 1:50.000. Tidligere var det heller ingen definisjon av et sammenhengende skadeområde. Dette førte til at relativt store landareal kunne bli inkludert i skadeområdene (jfr. Sevaldrud & Muniz 1980). Ved de nye beregningene har vi forutsatt at innsjøer med skadde og tapte må ligge mindre enn 3 km fra hverandre for at de skal tilhøre samme forsuringsområde. Dette gjør at skadearealene blir betydelig mindre enn det som tidligere ble presentert pr. 1990. Skadearealene basert på gamle og ny beregningsmåte er følgelig ikke sammenlignbare (jfr. **tabell 2**).

De nye beregningene ga også enn annen fordeling av areal med fiskeskader mellom de enkelte fylkene. Ved de gamle beregningene pr. 1990 utgjorde f eks skadearealet for Aust-Agder og Vest-Agder 27 % av totalen (jfr **tabell 2**). De nye beregningene ved samme tidspunkt gir en andel på 38 %. Pr. 2006 er Agderfylkene sin andel av skadearealet betydelig større, idet det nå utgjør 56 %. Dette tallet er også mer i samsvar med omfanget av de regionale fiskeskadene pga forsuring, idet andelen tapte aurebestander i Agderfylkene utgjør 62 % av totalen (**tabell 1**).

Våre opplysninger om fiskestatus er basert på svar på utsendte spørreskjema eller intervju med personer med god kunnskap om fisk i de enkelte kommunene. På den måten var det mulig å skaffe opplysninger om fiskeskader fra store områder. Undersøkelser har vist at metoden er tilfredsstillende mht å vurdere den relative mengden fisk i innsjøer med varierende forsuringsskader (Hesthagen m.fl. 1993). Likevel er det klart at metoden er forbundet med visse usikkerheter. Pga av de store fiskeskadene har det i mange områder vært ei periode med liten utnyttelse av fiskeressursene. Kjennskapen til endringer i fiskestatus i de siste åra kan derfor være dårlig, kanskje spesielt dersom det har vært en bedring. Det er også sannsynlig at i noen tilfeller blir bestandssituasjonen noe tilbake i tid bli lagt til grunn ved vurderingen av fiskestatus. Det er også helst bestandsforholdene for voksne individ som folk kjenner til, og en mulig økning i rekrutteringen er mindre kjent. Enkelte informanter kan ha oversett denne utviklingen, noe som eventuelt fører til skadearealene blir overestimert. Det er også sannsynlig at ikke alle kultiveringstiltak som kalking og fiskeutsettinger er kjent for våre informanter. En må anta at disse tiltakene har ført til bestandsøkninger, og skadesituasjonen i slike områder blir i så fall understimert.

Tidligere kan skadeomfanget i enkelte høyereliggende områder ha vært overvurdert fordi en i stor grad antok at tynne fiskebestander skyldtes forsuring. Men det er ikke uvanlig at innsjøer i slike områder har naturlig tynne aurebestander. I Hordaland har f eks mange høyereliggende innsjøer tynne aurebestander til tross for at de har god vannkvalitet, med høy pH og lavt innhold av giftig aluminium (Hellen m.fl. 2004b). De fant et omvendt forhold mellom garnfangstene hos aure og lokalitetenes beliggenhet, idet innsjøer over 750 moh vanligvis hadde tynnere bestander enn de mer lavereliggende. Lokaliteter med gode gyteforhold i tilløpsbekker hadde vanligvis mer fisk enn de med dårlige gyteforhold. Naturlig tynne aurebestander kan også skyldes at størrelsen på gyte- og oppvekstarealene er for små i forhold til innsjøarealet (Hesthagen

m.fl. 2006a, Hesthagen & Ugedal 2007). Dette kan tenkes å være mer vanlig i høyfjellssjøer enn for lokaliteter i lavlandet. Det er også påvist at sviktende eller lav rekruttering hos aure i høyfjellssjøer kan skyldes klimatiske forhold (Borgstrøm 2001, Borgstrøm & Museth 2005).

Det kan være vanskelig å fastslå om en fiskebestand har blitt helt gjenhentet basert på spørreundersøkelser. En tilsynelatende god bestand med relativt mye fisk trenger ikke å være helt gjenhentet. Undersøkelsen av aurebestanden i Saudlandsvatnet ved Farsund i Vest-Agder har vist at fangstutbyttet på garn nå er høyere enn før forsuringen startet på slutten av 1970-tallet (SFT 2006). Men aldersanalysen viser at bestanden har langt færre årsklasser nå enn for rundt 30 år siden. Forekomsten av annen gangs gytere er også mye lavere enn tidligere. Dette har trolig sammenheng med at vannkvaliteten har forårsaket overdødelighet blant eldre og kjønnsmodne individ (jfr Rosseland m.fl. 1980, Rosseland & Skogheim 1987). På basis av disse livshistorie-parametrene kan en derfor si at aurebestanden i Saudlandsvatnet enda ikke er fullt ut gjenhentet.

Beregningen av skadearealet pr. 1990 var basert på data fra rundt 7.200 skadde eller tapte fiskebestander (jfr Hesthagen m.fl. 1999). Av ressurshensyn var det ikke mulig å samle opplysninger om like mange bestander ved beregning av skadearealet pr. 2006. Vi har imidlertid vært i kontakt med et stort antall personer med god lokalkunnskap om fisk. Når vi har vært i tvil om utstrekningen av fiskeskadene i et område, har vi brukt skjønn og informasjon om geologi, lokalisering (høyde over havet) og eventuelt vannkvalitet. Alle kalkede innsjøer er antatt å ha skadde fiskebestander, dersom andre opplysninger ikke ble gitt. Innsjøer som er kalket for å bedre vannkvaliteten på anadrom strekning, er ikke inkludert i skadearealene.

Reduksjonen i fiskeskadene i løpet av de siste 15 åra skyldes at vannkvaliteten har bedret seg i betydelig grad i samme periode; med økt pH og lavere innhold av giftig aluminium (Skjelkvåle m.fl. 2001, Saksgård & Schartau 2005, SFT 2007). I Rogaland viste en regional innsjøundersøkelse at pH hadde økt med et gjennomsnitt på 0,5 enheter fra rundt 1980-tallet og fram til 2002 (Enge & Lura 2003). Dette har ført til at innsjøarealet med pH-verdier under 5,0 har blitt redusert med hele 75 %, mens arealet med pH-verdier på 6,0-7,0 er fordoblet. Bedringen av vannkvalitet i fylket viser seg også tydelig i bekker i øvre deler av Vikedalsvassdraget, der pH økte med rundt 0,7 enheter i perioden 1990-99 (Hesthagen m.fl. 2001). Dette har også gitt seg positive utslag i tettheten av aureunger i de samme lokalitetene, som nå i gjennomsnitt er dobbelt så høy som på slutten av 1980-tallet (Hesthagen m.fl. 2001, SFT 2007). Den økte rekrutteringen viser seg også ved at de innsjølevende bestandene har økt klart siden midten på 1990-tallet. Hos aure i innsjøer i Sira/Kvina-vassdraget i Vest-Agder skjedde bestandsøkningen allerede på 1980-tallet, men den ble først markert ti år seinere (Enge 2002). På en del stasjoner i Sira, der auren hadde en klar bestandsøkning i perioden 1987-92, skjedde det en kraftig reduksjon ett år seinere. Dette hadde trolig sammenheng med sjøsaltepisoden vinteren 1993, med mobilisering av giftig aluminium (jfr. Hindar m.fl.1994). Seinere var det ingen bestandsøkning hos aure på disse elvestasjonene før i år 2000. De fleste undersøkte innsjøer og elvestrekninger i Sira/Kvina med tynne aurebestander fram til tidlig på 1980-tallet, er nå tette. Prøvefiske i innsjøer i Sogn og Fjordane viser økende aurebestander i flere innsjøer etter år 2000, som f eks i Gaularvassdraget (Hesthagen m.fl. 2007c).

I følge tall fra fylkesmennene har nærmere tre tusener innsjøer i Sør-Norge på ett eller annet tidspunkt vært kalket. I tillegg er et ukjent antall lokaliteter påvirket av kalking. Til sammenlikning var det bare rundt to tusen kalkede innsjøer tidlig på 1990-tallet (jfr. Sandøy & Romunstad 1995). En del innsjøer blir også kalket uten offentlig støtte, og er derfor ikke registrert av fylkesmennene. I en del tilfeller blir det også satt ut aure i de kalkede innsjøene. I Akershus har noen av de litt større kalkede lokalitetene små gytebekker, og her er mengden utsatt fisk i stor grad avgjørende for bestandsstørrelsen (Helge Pedersen pers. medd.). I de fleste fylker foregår det nå en til dels betydelig nedtrapping av kalkingsvirksomheten. En analyse av vannkvaliteten i Rorevassdraget i Aust-Agder tyder på at kalkingen trolig kan avvikles i de fleste innsjøer (Kroglund 2006). Da dette vassdraget har vært betydelig forsuret, kan kalkingen etter hvert trolig også fases ut mange andre steder. Dette er allerede gjennomført i flere lokaliteter på Sørlandet (Hesthagen m.fl. 2006a). Den store kalkingsak-

tiviteten gjør det for øvrig vanskelig å dokumentere om det skjer en naturlig gjenhenting av fiskebestander.

Vår undersøkelse viser altså en klar reduksjon i fiskeskadene i de forsuringsrammede områdene av Sør-Norge i løpet av de siste 15 åra. Denne gjenhentingen vil trolig fortsette, men en rekke forhold kan forsinke utviklingen. For det første ser det ut til at bedringen i vannkvaliteten nå har flater ut (SFT 2007). Denne trenden ser en tydelig også i Rogaland, der vannkvaliteten ikke endret seg vesentlig mellom 2002 og 2007 (Enge & Lura 2003, Enge 2008b). Gjenhentingen kan også bli forsinket pga sjøsaltepisoder, som nylig forekom i flere vassdrag i Sør-Norge (Hindar & Enge 2006, Kroglund m.fl. 2007). Sviktende reetablering i et vassdrag kan også skyldes mangelen på restbestander. I mange tilfeller kan reetableringen hindres av fysiske barrierer, og nye fiskebestander må etableres ved utsettinger. Reetableringen av fisk vil derfor være en langsiktig prosess fordi mange innsjøer innen de hardest rammede områdene fortsatt er fisketomme.

Nedre tålegrense for å unngå skadde aurebestander [$ANC_{kritisk}$], er tidligere satt ved 20 µekv/L (Lien m.fl. 1996). Dette er basert på sammenhengen mellom vannkvalitet og fiskestatus i norske innsjøer på 1980-tallet. Det er nylig foreslått å ta hensyn til uorganiske sterke syrers anioner ved beregningen av ANC [ANC_{ooa}] (Lydersen m. fl. 2004). Dette blir gjort på basis av humusinnholdet eller mengden total organisk karbon (TOC). Det er nå foretatt en ny analyse av sammenhengen mellom vannkvalitet og fiskestatus, basert på data fra 1000-sjøers undersøkelsen på midten av 1990-tallet (Hesthagen m.fl. 2008b). For å illustrere hvilken betydning humusinnholdet har for kritiske ANC-verdier, ble innsjøene gruppert i tre TOC-klasser; klarvannssjøer (0-2 mg C/L), moderate humussjøer (2-5 mg C/L) og humussjøer (> 5 mg C/L). Det viste seg at ved en gitt ANC-verdi, har klarvannssjøer betydelig høyere pH og lavere innhold av giftig uorganisk aluminium enn humuspåvirkede sjøer. Følgelig må $ANC_{kritisk}$ relateres til innsjøens TOC innhold. I klarvannssjøer (0-2 mg C/L) var $ANC_{kritisk}$ 28 µekv/L, mens den i noe humuspåvirkede sjøer (2-5 mg C/L) og de mest humuspåvirkede innsjøene (> 5 mg C/L) var henholdsvis 70 og > 100 µekv/L. En må altså ha høyere ANC for å oppnå tilsvarende gode verdier for pH og uorganisk giftig aluminium i humusrike vatn enn i klarvannssjøer. Analysen viste også at uavhengig av TOC-innhold, måtte $ANC_{kritisk}$ være over 60 µekv/L for å unngå skadde aurebestander (Hesthagen m.fl. 2008b). Dette er altså en betydelig høyere verdi enn det som ble funnet i materialet fra 1980-tallet. Ved bruk av ANC_{ooa} var kritisk verdi for å unngå fiskeskader basert på materialet fra 1990-tallet rundt 40 µekv/L. Denne verdien ”overbeskytter” altså fisk i humusfattige vanntyper, men gir ikke tilfredsstillende beskyttelse i humusrikt vatn. I seinere år har det vært en økning i humusinnholdet i overflatevatnet i Sør-Norge (Skjelkvåle m.fl. 2005). Dette kan skape problemer for fisken fordi ved en gitt ANC-verdi, er pH lavere og innholdet av giftig aluminium høyere i humuspåvirkede sjøer enn i klarvannssjøer (Hesthagen m.fl. 2008b). Følgelig må ANC være høyere nå enn tidligere for å oppnå samme vannkvalitet mht pH og aluminium. Sjøl om et høyt innhold av humus (høyere TOC) kan virke positivt, kan det også føre til lavere pH og mer aluminium. Materialet fra 1980-tallet hadde en overvekt av klarvannssjøer, med mindre fokus på betydningen av humus. Følgelig var dette datamaterialet mindre egnet til å vurdere fiskeskader i mer humuspåvirkede innsjøer (jfr. Hesthagen m.fl. 2008c).

5 Referanser

Abusland, B. 1999. Innlandsfiskeplan for Mandalsvassdraget. Delområde Kosåna. B. Bratteberg-CVF & A. Åseral.

Bang, K., Vegge, E., Sødal, D.P., Haraldstad, Ø. & Haugland, S. 2002. Feltrapport Øvre Grønaplasstjønn og Storevann i Taumevassdraget 12.-14. august 2002. Fylkesmannen i Vest-Agder, Upublisert rapport.

Barlaup, B.T. (red.). 2004. Vannkjemisk og biologisk utvikling i innsjøen Vegår i Aust-Agder etter 17 år med kalking. DN-utredning 2004-4.

Barlaup, B., Kleiven, E., Christensen, H., Kile, N.B., Martinsen, B.O. & Vethe, A. 2005. Bleka i Byglandsfjorden. DN-Utredning 2005-3.

Berger, H.M., Hesthagen, T., Sevaldrud, I.H. & Kvenild, L. 1992. Forsuring av innsjøer i Sør-Norge innen geografiske rutenett. NINA Forskningsrapport 32:1-12.

Bjerknes, V., Hobæk, A., Hylland, S., Håvardstun, J., Kleiven, E. & Raddum, G. 2004. Innsjøundersøkelse i Sogn og Fjordane 2003. Vannkvalitet, kalkingseffekter, fisk, bunndyr og dyreplankton. NIVA-Rapport Lnr 4848.

Bjørklund, A.E, Hellen, B.A. & Johnsen, G.H. 1998. Forsuring og fisk i Sogn og Fjordane. Rådgivende Biologer AS, Rapport nr 347.

Borgstrøm, R. 2001. Relationship between spring snow depth and growth of brown trout, *Salmo trutta*, in an alpine lake: predictiong consequences of climate change. Arctic, Antarctic, and Alpine Research 33: 476-480.

Borgstrøm, R. & Museth, J. 2005. Accumulated snow and summer temperature – critical factors for recruitment to high mountain populations of brown trout (*Salmo trutta*). Ecology and Freshwater Fish 14: 375-384.

Dønnum, B.O. 2001. Rysjøen – tilbake fra graven. pH-status nr 4-2001:8-9.

Enge, E. 2002. Recovery i Sira og Kvina. “Nu går alt så meget bedre”. pH-status nr 1-2002:8-9.

Enge, E. 2003. Undersøkelser av vassdrag nord og øst for Roskreppfjorden sommeren 2003. Stensilert rapport. 4158 Bru.

Enge, E. 2005. Fiskeundersøkelser i Sira juli 2005. Langtidsserie: 1987-2005. Stensilert rapport. 4158 Bru.

Enge, E. 2006a. Fiskeundersøkelser i Logn august 2005. Vannkjemi, restbestander og aktuelle tiltak. Stensilert rapport. 4158 Bru.

Enge, E. 2006b. Fiskeundersøkelser i Sira, Kvina og Dirdalsvassdraget 2006. Stensilert rapport. 4150 Rennesøy.

Enge, E. 2008a. Forsuringsstaus og vurdering av behov for kalking i fjellområdene og Agder-fylkene og Rogaland. Stensilert rapport. 4150 Rennesøy.

Enge, E. 2008b. Forsuringsstatus i Rogaland 2007- pH-kart. Notat fra Fylkesmannen i Rogaland. Stavanger.

Enge, E. & Lura, H. 2003. Forsuringsstatus i Rogaland 2002. Ambio Rapport nr 10014-1.

Fjellheim, A., Tysse, Å., Bjerknes, V. & Skaala, Ø. 2001a. Finprikkaure – en sjelden og truet variant av aure. Stavanger Museum, Zoologisk meddel. Nr. 18. Stavanger Museums Årbok 110: 133-148.

Fjellheim, A., Tysse, Å. & Bjerknes, V. 2001b. Reapperance of highly acid-sensitive inverstebrates after liming of an alpine lake ecosystem. Water, Air, and Soil Pollut. 230: 1391-1396.

Forseth, T. Halvorsen, G.A., Ugedal, O., Fleming, I., Schartau, A.K.L., Nøst, T., Hartvigsen, R., Raddum, G., Mooij, W. & Kleiven, E. 1997a. Biologisk status i kalka innsjer. NINA Oppdragsmelding 508:1-52.

Forseth, T. Halvorsen, G.A., Ugedal, O., Fleming, I., Schartau, A.K.L., Nøst, T., Hartvigsen, R., Raddum, G., Mooij, W. & Kleiven, E. 1997b. Biologisk status i kalka innsjer. Vedleggsrapport for de enkelte innsjøene. NINA Oppdragsmelding 509:1-232.

Forseth, T., Berger, H.M., Nøst, T, Aagaard, K., Breistein, J., Dyrendal, H., Bongard, T. & Fløystad, L. 1999. Biologisk status i 22 innsjøer I Sogn og Fjordane i 1998. NINA, Trondheim, Stensilert Rapport.

Gulbrandsen, T.R., Johannessen, M., Kildal, T., Kjellsen, A. & Kulsvehagen, E. 1986. Forsurings-situasjonen på Hardangervidda. Kjemisk vannkvalitet og fiskestatus 1983-1985. Fylkesmannen I Telemark, Miljøvernavdelingen, Rapport nr 2/86.

Hegge, O., Saksgård, R. & Rustadbakken, A. 2004. Utlegging av kalkholdig grus på gyteplasser for røye i Fjorda, Gran kommune. Undersøkelse av gyting og klekking. Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen, Rapport nr 4-2004.

Hellen, B.A., Brekke, E., Johnsen, G.H. & Kålås, S. 2000. Prøvefiske i 14 innsjøer i Sogn og Fjordane høsten 1999. Rådgivende Biologer AS, Rapport 437.

Hellen, B.A., Brekke, E., Johnsen, G.H. & Kålås, S. 2003a. Prøvefiske i 12 innsjøer i Sogn og Fjordane høsten 2002. Rådgivende Biologer AS, Rapport 656.

Hellen, B.A., Brekke, E. & Kålås, S. 2003b. Fisk, bunndyr og vannkvalitet i 35 lokaliteter i Sogn og Fjordane høsten 2003. Rådgivende Biologer AS, Rapport 678.

Hellen, B.A., Johnsen, G.H. & Sægrov, H. 2004a. Sammenstilling av resultat fra prøvefiske I Hordaland i perioden 1996-2003. Del 2: Vurdering av de enkelte kakingsprosjektene. Rådgivende Biologer AS, Rapport 752. (Se også enkeltrapporter som det refereres til).

Hellen, B.A., Johnsen, G.H. & Sægrov, H. 2004b. Sammenstilling av resultat fra prøvefiske I Hordaland i perioden 1996-2003. Del 1: Faktorer med betydning for bestandsstatus. Rådgivende Biologer AS, Rapport 751.

Hellen, B.A. & Brekke, E. 2005a. Fiskeundersøkelser i 9 innsjøer i Hordaland høsten 2004. Rådgivende Biologer AS, Rapport 793.

Hellen, B.A., Brekke, E., Johnsen, G.H. & Kålås, S. 2005b. Prøvefiske i 8 innsjøer i Sogn og Fjordane august 2004. Rådgivende Biologer AS, Rapport 798.

Hellen, B.A., Brekke, E. & Kålås, S. 2006a. Prøvefiske i 8 innsjøer i Sogn og Fjordane høsten 2005. Rådgivende Biologer AS, Rapport 896.

Hellen, B.A., Brekke, E., Sægrov, H. & Kålås, S. 2006b. Prøvefiske i 8 innsjøer i Sogn og Fjordane høsten 2006. Rådgivende Biologer AS, Rapport 1021.

Henriksen, A., Lien, L., Traaen, T.S., Sevaldrud, I.H. & Brakke, D.F.1988. Lake acidification in Norway: present and predicted chemical status. Ambio 17: 259-266.

Henriksen, A., Fjeld, E. & Hesthagen, T. 1999. Critical load exceedance and damage to fish populations. Ambio 28:583-586.

Hesthagen, T., Sevaldrud, I.H. & Skogheim, O.K. 1982. Ogna- og Helgåvassdraget i Rogaland. Fiskestatus og vannkvalitet. DVF-Fiskeforskningen, Rapport 4-1982.

Hesthagen, T., Rosseland, B.O., Berger, H.M. & Larsen, B.M. 1993. Fish community status in Norwegian lakes in relation to acidification: a comparison between interviews and actual catches by test-fishing. Nordic J. Freshwater Res. 68: 34-41.

Hesthagen, T., Sevaldrud, I.H. & Berger, H.M. 1994. Utvikling i forsuringsskader på fiskebestander i Sør-Norge etter 1950. NINA Forskningsrapport 50:1-16.

Hesthagen, T. & Saksgård, R. 1995. Utviklingen i noen innsjølevende aurebestander i Haukedalen i Sogn og Fjordane i løpet av det siste ti-året. NINA Oppdragsmelding 366: 1-17.

Hesthagen, T., Saksgård, R., Fløystad, L., Berger, H. M. & Larsen, B.M. 1995. Bestandsendringer hos aure i Vikedalsfjellet, 1982-1994. NINA Oppdragsmelding 382.

Hesthagen, T., Langeland, A. & Berger, H.M. 1998. Effects of acidification due to emissions from the Kola Peninsula on fish populations in lakes near the Russian border in northern Norway. Water, Air and Soil Pollut. 120:17-36.

Hesthagen, T., Sevaldrud, I.H. & Berger, H.M. 1999. Assessment of damage to fish populations in Norwegian lakes due to acidification. Ambio 28:12-17.

Hesthagen, T., Skjelkvåle, B.L., Henriksen, A. & Østborg, G. 2000a. 1000-sjøers undersøkelsen: endringer i fiskestatus fra 1986 -1995. NINA Oppdragsmelding 674:1-14.

Hesthagen, T., Aastorp, G, Langåker, R.M., Farstad, M. & Berger, H.M. 2000b. Responses of brown trout (*Salmo trutta* L.) in relation to water quality and critical load of acidity of lakes with low ionic content. Verh. Internat. Verein. Limnol. 27:2079-2089.

Hesthagen, T., Forseth, T., Saksgård, R., Berger, H.M. & Larsen, B.M. 2001. Recovery of young brown trout in some acidified streams in southwestern and western Norway. Water, Air and Soil Pollut. 130:1355-1360.

Hesthagen, T. & Hindar, A. 2002. Storflom og reforsuring høsten 2000: En evaluering av effekter på vannkvalitet og ørretbestander i åtte kalkede innsjøer i Telemark. NINA Oppdragsmelding 754:1-17.

Hesthagen, T. & Jonsson, B. 2002. Life history characteristics of brown trout in lakes at different stages of acidification. J. Fish Biol. 60:415-426.

Hesthagen, T., Walseng, B. & Karlsen, L.R. 2002. Effekter av forsuring og kalking på fisk og krepsdyr i innsjøer i Enningdalsvassdraget, Østfold. NINA Oppdragsmelding 761: 1-42.

Hesthagen, T. 2003. Reetablering av aure i reguleringsmagasin på Sørlandet. Fiskebiologiske undersøkelser i Store Kvernevatn og Langevatn-magasinet i Mandalsvassdraget høsten 2003. NINA Minirapport 42:1-23.
Hesthagen, T. & Fløystad, L. 2004. Tovdalsvassdraget-Innlandsfisk. - I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2003. DN-Notat 2004-2: 50-53.
Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 2004. Fish distribution in a mountain area in south-eastern Norway: human introductions overrule natural immigration. Hydrobiologia 521:49-59.
Hesthagen, T. 2005. Reetablering av aure i reguleringsmagasin på Sørlandet: Fiskebiologiske undersøkelser i Ørevatn, Brelandsvatn og Juvatn i Mandalsvassdraget 2004. NINA Minirapport 101:1-26.
Hesthagen, T., Fløystad, L. & Saksgård, R. 2005. Tovdalsvassdraget- Innlandsfisk. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2004. DN-Notat 2005-2: 52-57.
Hesthagen, T. & Haugland, S. 2006. Fiskebiologiske undersøkelser i Nåvatn-og Hagedalvatn-magasinet i Mandalsvassdraget høsten 2005. NINA Minirapport 160:1-15.
Hesthagen, T. & Johnsen, B.O. 2006. Mandalsvassdraget-Fisk i Mannflåvann. I: Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av av større prosjekter 2005. DN-Notat 2006-1: 67-68.
Hesthagen, T. & Rosseland, B.O. 2006. Reetablering av aurebestanden i Tveitvatnet i Tovdalsvassdraget i Aust-Agder etter redusert forsuringsbelastning. NINA Minirapport 158:1-15.
Hesthagen, T., Walseng, B., Ugedal, O., Bongard, T., Ousdal, J.O. & Saksgård, R. 2006a. En biologisk inventering av ni kalkede innsjøer i Agder høsten 2006, med vekt på krepsdyr og fisk. NINA Rapport 216:1-62.
Hesthagen, T., Vegge, E., Haraldstad, Ø. & Matzow, D. 2006b. Fiskebiologiske undersøkelser i Storevatnet i Njardarheim i Vest-Agder. NINA Minirapport 157:1-10.
Hesthagen, T. & Haugland, S. 2007. Fiskebiologiske undersøkelser i Sandvatn og Lognavatn i Mandalsvassdraget høsten 2006. NINA Minirapport 189:1-20.
Hesthagen, T., Walseng, B. & Karlsen, L.R. 2007a. Effekter av forsuring og kalking på fisk og krepsdyr i innsjøer i Enningdalsvassdraget i Østfold. Framdriftsrapport for 2006. NINA Minirapport 201:1-26.
Hesthagen, T., Walseng, B., Karlsen, L.R. & Langåker, R.M. 2007b. Effects of liming on the aquatic fauna in a Norwegian watershed: why do crustaceans and fish respond differently? Water, Air and Soil Pollut. (Focus) 7: 339-345.
Hesthagen, T., Saksgård, R. & Fiske, P. 2007c. Fiskebiologiske undersøkelser i Gaularvassdraget i forbindelse med overvåking av sur nedbør. NINA Rapport 224:1-33.
Hesthagen, T., Ugedal, O. & Fløystad, L. 2008a. Laksen i Manflåvann i Mandalsvassdraget: en foreløpig beregning av presmoltproduksjon. NINA Minirapport 211:1-11.
Hesthagen, T., Fiske, P. & Skjelkvåle, B.L. 2008b. Critical limits for acid neutralizing capacity of brown trout (*Salmo trutta*) in Norwegian lakes differing in organic carbon concentrations. Aquatic Ecology 42: 307-316.
Hesthagen, T., Fiske, P. Kroglund, F. & Skjelkvåle, B.L. 2008c. Har ANC-grensene for skader på fisk i surt vann endret seg? pH-status nr 14 (4-2008): 12-13.
Hindar, A (red). 2004. Store og Lille Hovvatn i Aust-Agder – en samlerapport etter 25 år med forsuringsundersøkelser og kalking. DN-Utredning 2004-1.
Hindar, A. 2006. Tovdalsvassdraget- Vannkjemi. - I: Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 2006-1: 39-41.
Hindar, A., Henriksen, A., Tørseth, K. & Semb, A. 1994. Acid water and fish death. Nature 272:327-328.
Hindar, A. & Skancke, L.B. 2003. Flakstadelva - Vannkjemi. - I: Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2002. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 2003-3: 9-10.
Hindar, A. & Enge, E. 2006. Sjøsaltepisoder under vinterstormene i 2005 – påvirkning og effekter på vannkjemi i vassdrag. NIVA Rapport 25249.
Holt-Seeland, P.-A. 1991. Håsjøene-Kjerringtjern – Osensjøen. Notat til en undersøkelse for Osensjøen Fiskeadministasjon. Trysil.
Haabesland, K.K. 1972. Alders- og tilvekstforhold hos ørret (*Salmo trutta*) i et overbefolket sørlandsvassdrag. Hovedfagsoppgave, Univesritetet i Trondheim.
Jansson, S.-T. 1996. Kalkingsplan for Østfold mot år 2000. Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernavdelingen, Rapport nr 4/96.
Johnsen,G.H., Bjørklund, A.E., Hellen, B.A. & Kålås, S. 1997. Surhetsstatus og tilstanden for fisk i Hordaland. Rådgivende Biologer AS, Rapport 249.

Kleiven, E. 1994. Fisk. - I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1992. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1994-3.
Kleiven, E. 1997. Tap og rekolonisering av ulike fiskearter i Herefossfjorden, Tovdalsvassdraget, i perioden 1970-1996. NIVA-Rapport LNR 3724-97: 1-21.
Kleiven, E. 1998. Kalkingsresponar på ulike fiskeartar i Vestre og Austre Grimevatnet, Lillesand, og historia om lagesilda (*Coregonus albula*) på Sørlandet. NIVA Rapport Lnr 3965-98.
Kleiven, E. 1999. Funn av krøkle *Osmerus eperlanus* i Aust-Agder, med historikk og hypotese om innvandring. Fauna 52 (4): 214-227.
Kleiven, E. & Håvardstun, J. 1997. Fiskebiologiske effektar av kalking i 50 innsjøar. NIVA-Rapport nr 3765-97.
Kleiven, E. & Barlaup, B.T. 1999. Prøvefiske i Vegår, 1998. I: Direktoratet for naturforvaltning. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1998. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1999-4: 69-72.
Kleiven, E. & Barlaup, B.T. 2004. Fiskebestandane i Syndle og Vigelandsvatn, Aust-Agder. Frå sterkt forsuringskadde til tette bestandar etter kalking. NIVA Rapport Lnr 4930.
Kleiven, E., Håvardstun, J. & Barlaup, B.T. 2004. Prøvefiske i Vestre og Austre Grimevatn i Lillesand, Aust-Agder, i 2003. NIVA-Rapport Lnr 4861.
Kleiven, E., Håvardstun, J. & Barlaup, B.T. 2005. Prøvefiske i Nelaug, Aust-Agder, i 2004. NIVA-Rapport Lnr 5028.
Kleiven, E., Kroglund, F. & Lie, M.C. 2006. Prøvefiske i 2005 i samband med kalkingsslutt i fire innsjøar i Grimstad kommune, Aust-Agder. NIVA Rapport Lnr 5183.
Kroglund, F. 2006. Analyse av kalkingsbehovet i Rorevassdraget, Aust-Agder. NIVA-rapport Lnr O-24319.
Kroglund, F., Kleiven, E., Barlaup, B.T., Halvorsen, G.A., Gabrielsen, S.-E., Skoglund, H. , Wiers, T., Gutterup, J. & Teien, H.C. 2007. Fisk og bunndyr; effekter av sjøsaltepisoder vinteren 2004/05. NIVA Rapport Lnr 5369.
Ledje, U.P. & Røsland, I. 2005. Prøvefiske i kalkede vann i Rogaland 2004. Ambio Rapport 10018-1.
Lien, L., Raddum, G., Fjellheim, A. & Henriksen, A. 1996. A critical limit for acid neutralizing capacity in Norwegian surface waters, based on new analyses of fish and invertebrate responses. Sci. Total Environ. 177:173-193.
Linløkken, A. 2003. Flakstadelva - Fisk. - I: Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2002. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 2003-3: 10-12.
Linløkken, A., Hesthagen, T. & Kystvåg, E. 2002. Produksjon av abbor og mort i næringsfattige moderat forsura skogsvatn, med mulig ekket av kalking. DN-utredning 2002-6.
Lund, R.A., Saksgård, R., Bongard, T., Aagaard, K., Daverdin, R.H., Forseth, T. & Fløystad, L. 2002. Biologiske status i 15 innsjøer i Sogn og Fjordane i 2001. NINA Stensilert rapport.
Lydersen, E., Larssen, T. & Fjeld, E. 2004. The influence of total organic carbon (TOC) on the relationship between acid neutralizing capacity (ANC) and fish status in Norwegian lakes. Sci. Total Environ. 326: 63-69.
Lyse, A.A. 1995. Kalking av Eikedalsvassdraget; prøvefiske, dybdemålinger mm. (Se Hellen m.f. 2001, Rådgivende Biologer, Rapport nr 524).
Muniz, I.P. 2002. Fiskebiologiske undersøkelser i kalkete vann i Rogaland 2001. Norsk institutt for naturforskning, Oslo, Stensitert Rapport.
Nashoug, O. 2003a. Kalking for mjøsørreten. pH-status Nr 1 2003:4-5.
Nashoug, O. 2003b. ”Gytesuksess i kalkede vann” også i Hedmark! pH-status Nr 1 2003:3.
Nedraas, K., Hesthagen, T., Borgstrøm, R., Brabrand, Å., Byrkjedal, I., Christiansen, J.S., Gjøsæter, J., Langhelle, E, Pethon, P., Uiblein, F. & Vøllestad, A. 2006. Fisker ”Pisces. –I: Norsk rødliste 2006. (Kålås, J.A., Viken, Å. & Bakken, T., red). Atsdatabanken, Trondheim.
Nilssen, J.P. & Wærvågen, S.B. 2001. Kalkede vann i Buskerud 1999/2000. Analyse av biologisk ”recovery”. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen, Rapport nr. 1-2001.
Nilssen, J.P. & Wærvågen, S.B. 2002. Kalkede vann i Buskerud 2001. Analyse av biologisk ”recovery”. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen, Rapport nr. 1-2002.
Nordland, J. 1998. Prøvefiske med garn og elektrisk fiskeapparat i kalka innsjøar i Rogaland 1998. RC Consultants Rapport nr 24511-1.
Nordland, J. 2000. Prøvefiske med garn i kalka innsjøar i Rogaland, 1999. RC Consultants Rapport nr 24516-1.
Noteby. 1983. Østfold, marin grense og løsmassefordeling. Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernavdeling, Rapport 1/83.

Pedersen, H.B., Oppegård, B. & Wilberg, J.H. 1990a. Aksjon 88- Rapport for kommunene Gjerdrum, Nannestad og Nittedal. Akershus Jeger og Fiskerforbund og Fylkesmannen i Oslo og Akershus

Pedersen, H.B., Oppegård, B. & Wilberg, J.H. 1990b. Aksjon 88- Rapport for kommunene Frogn, Nesodden, Oppegaåd, Vestby, Ås og Ski. Akershus Jeger og Fiskerforbund og Fylkesmannen i Oslo og Akershus.

Pedersen, H.B., Oppegård, B. & Wilberg, J.H. 1990c. Aksjon 88 - Rapport for kommunene Skedsmo, Sørum og Ullensaker. Akershus Jeger og Fiskerforbund og Fylkesmannen i Oslo og Akershus.

Pedersen, H.B., Oppegård, B. & Wilberg, J.H. 1990d. Aksjon 88 - Rapport for kommunene Enebakk, Lørenskog og Rælingen. Akershus Jeger og Fiskerforbund og Fylkesmannen i Oslo og Akershus.

Pedersen, H.B., Oppegård, B. & Wilberg, J.H. 1990e. Aksjon 88 - Rapport for kommunene Aurskog-Høland og Fet. Akershus Jeger og Fiskerforbund og Fylkesmannen i Oslo og Akershus.

Pedersen, H.B., Oppegård, B. & Wilberg, J.H. 1990f. Aksjon 88 - Rapport for kommunene Asker og Bærum. Akershus Jeger og Fiskerforbund og Fylkesmannen i Oslo og Akershus.

Pedersen, H.B., Oppegård, B. & Wilberg, J.H. 1990g. Aksjon 88 - Rapport for kommunene Hurdal og Eidsvoll. Akershus Jeger og Fiskerforbund og Fylkesmannen i Oslo og Akershus.

Pedersen, H.B., Wilberg, J.H. & Oppegård, B. 1990h. Aksjon 88 - Rapport for Nes kommune. Akershus Jeger og Fiskerforbund og Fylkesmannen i Oslo og Akershus.

Pedersen, H.B., Oppegård, B. & Wilberg, J.H. 1992. Status for kalking og fiskeutsettinger i Akershus og Oslo fram til 1991. Akershus Jeger og Fiskerforbund og Fylkesmannen i Oslo og Akershus.

Pedersen, H.B., Dønnum, B.O. & Oppegård, B. 1995. Effekter av korallgruskalkinger. Akershus Jeger og Fiskerforbund og Fylkesmannen i Oslo og Akershus.

Qvenild, T. 1996. kalkingsplan for Hedmark, 1995-1999. Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernavdelingen, Rapport nr. 9-1996.

Robbestad, 2001. Fiskeribiologiske undersøkingar i kalka innsjøar i Rogaland 2000. Ambio Rapport nr 10003-1.

Rosseland, B.O., Sevaldrud, I.H., Svalastog, D. & Muniz, I.P. 1980. Studies on freshwater fish populations - effects of acidification on reproduction, population structure, growth and food selection. Ecological impact of acid precipitation (red. Drabløs, D. & Tollan, A.), s. 336-337. Proc. Int. Conf., Sandefjord, mars 11-14. SNSF projektet, 1432 Ås.

Rosseland, B.O. & Skogheim, O.K. 1987. Differences in sensitivity to acidic soft water among strains of brown trout (*Salmo trutta* L.). Annls Soc. R. Zool. Belg. Vol 117 (Supplement 1): 255-264

Røsland, I. 2004. Prøvefiske i 17 innsjøer I Rogaland sommeren 2003. Ambio Rapport nr 10017-1.

Røsland, I. & Ledje, U.P. 2003. Prøvefiske I 15 kalkede innsjøer I Rogaland 2002. Ambio Rapport nr. 10012-1.

Rådgivende Biologer 1997. Forsuring og fisk i Hodaland. En sammenstilling av 29 kommunale kalkingsplaner fra Hordaland utarbeidet I perioden 1995-1996. Bind 1 & 2. Rådgivende Biologer AS. Bergen.

Rådgivende Biologer 1998. Forsuring og fisk i Sogn og Fjordane. En sammenstilling av 13 kommunale kalkingsplaner utarbeidet I perioden 1996-1997. Rådgivende Biologer AS. Bergen.

Saksgård, R. Hesthagen, T. & Sollibråten, T. 1999. Klekkeforsøk med røyerogn og bestandsforhold hos fisk i Fjorda. NINA Oppdragsmelding 591:1-20.

Saksgård, R. & Hesthagen, T. 2004. A 14-year study of habitat use and diet of brown trout (*Salmo trutta)* and Arctic charr (*Salvelinus alpinus)* in Lake Atnsjøen, a subalpine Norwegian lake. Hydrobiologia 521:187-199.

Saksgård, R. & Schartau, A.K. 2005. Kjemisk overvåking av norske vasdrag. Elveserien 2004. – NINA Rapport 72. 59 s.

Saltveit, S.J. 1977. Fiskeundersøkelser i Tovdal. Del II. Gauslåfjorden o, Herefossfjorden, Ogge og Flakksvatn. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske Nr. 22.

Sandøy, S. & Romunstad, A.J. 1995. Liming of acidified lakes and rivers in Norway. An attempt to preserve and restore biological diversity in the acidified regions. Water, Air and Soil Pollut. 85:997-1002.

Sevaldrud, I.H & Muniz, I.P. 1980. Sure vatn og innlandsfisket i Norge. Resultater fra intervjuundersøkelsene 1974-1979. SNSF prosjektet, Intern Rapport 77/80. 95 s.

Sevaldrud, I.H. & Hegge, O. 1987. Fiskestatus i forsuringsfølsomme områder i Oppland. Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen, Rapport nr 8-1987.
Sevaldrud, I.H., Vingen, K., Kristiansson, L.T., Øxnevad, S.A. & Hegge, O. 1996. Plan for kalking av fiskevann i Oppland. Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen, Rapport nr 9-1996.
SFT 1983. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1982. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 108/83.
SFT 1984a. Vikedalsvassdraget. Nedbør-, vannkjemiske og biologiske undersøkelser i 1981-1983. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 123/84.
SFT 1984b. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1982. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 162/84.
SFT 1985. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1982. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 201/85.
SFT 1986. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1982. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 256/86.
SFT 1987. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1982. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 296/87.
SFT 1991a. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1989. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 437/91.
SFT 1991b. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1990. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 466/91.
SFT 1992. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1991. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 506/92.
SFT 1996. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 1995. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 854/96.
SFT 1997. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 1996. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 710/97.
SFT 1998. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 1997. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 748/98.
SFT 2001. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2000. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 834/2001.
SFT 2002. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2001. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 854/2002.
SFT 2003. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2002. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 886/2003.
SFT 2004. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2003. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 913/2004.
SFT 2005. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2004. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 941/2005.
SFT 2006. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2005. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 970/2006.
SFT 2007. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2006. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 1000/2007.
Skjelkvåle, B.L., Wright, R.F. & Henriksen, A. 1998. Norwegian lakes show widespread recovery from acidification; results from national surveys of lake-water chemistry. Hydrol. and Earth Sci. 2: 555-562.
Skjelkvåle, B. L., Tørseth, K., Aas, W. & Andersen, T. 2001. Decrease in acid deposition – recovery in Norwegian waters. Water, Air and Soil Pollut. 130: 1433-1438.
Skjelkvåle, B.L., Stoddard, J.L., Jeffries, D., Tørseth, K., Hågåsen, T., Bowman, J., Mannio, J., Monteith, D., Moselo, R., Rogora, M., Rzychon, D., Vesely, J., Wieting, J., Wilander, A. & Worsztynowicz, A. 2005. Regional scale evidence for improvements in surface water chemistry 1990-2001. Environ. Pollut. 137: 165-176.
Skogheim, O.K., Sevaldrud, I.H., Henriksen, A., Svalastog, D. & Hesthagen, T. 1984. Vannkvalitet og fiskestatus i utvalgte områder på Hardangervidda i 1983. - DVF-Fiskeforskningen, Rapp. 4-1984. 22 s.
Tammi, J., Appelberg, M., Hesthagen, T., Beier, U., Lappalainen, A. & Rask, M. 2003. Fish status survey in Nordic lakes: effects of acidification, eutrophication and stocking activity on present fish species composition. Ambio 32: 98-105.

Taraldsrud, T. 2005. Status for fiskebestander i kalka vatn i Buskerud 1999-2003. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen, Rapport nr. 1-2005.

Tysse, Å. 1988. Status over forsuringssituasjonen i Buskerud. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen, Rapport nr. 5-1988.

Tysse, Å. 1989. Forsuring, fiskestatus og kalkingsplan for Buskerud 1989. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen, Rapport nr. 5-1989.

Tysse, Å. 1996. Status og strategi for kultivering av ferskvassfisk i Buskerud 1989. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen, Rapport nr. 5-1996.

Walseng, B., Hesthagen, T. & Karlsen, L.R. 2008. Effekter av forsuring og kalking på fisk og krepsdyr i innsjøer i Enningdalsvassdraget i Østfold. Framdriftsrapport for 2007. NINA Minirapport 230:1-25.

Wærvågen, S.B. & Nilssen, J.P. 2003a. Analyse av biologisk ”recovery” i kalkede vann i Buskerud 2002. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen, Rapport nr. 2-2003.

Wærvågen, S.B. & Nilssen, J.P. 2003b. Kalkingseffekter og naturlig restaurering av innsjøer i Vestfold. Oppsummering av rapport for 2000-2003. Fylkesmannen i Vestfold, Landbruksavdelingen, Rapport nr. 1-2003.

Aas, W., Solberg, S, Berg, T, Manø, S. & Yttri, K.E. 2007. Overvåking av langtransportert luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2006. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 985/2007.

Åtland, Å., Bjerknes, V., Hobæk, A., Håvardstun, J., Gladsø, J.A., Kleiven, E., Mjelde, M. & Raddum, G. 2001. Biologiske undersøkelser i 17 innsjøer i Sogn og Fjordane høsten 2000. kalkingseffekter, vannkvalitet, fiskebestander, vegetasjon, bunndyr og dyreplankton. NIVA Rapport 4354-2001.

Vedlegg: Naturens Tålegrenser - Oversikt over utgitte rapporter

1 Nygaard, P. H., 1989. Forurensningers effekt på naturlig vegetasjon en litteraturstudie. Norsk institutt for skogforskning (NISK), Ås.

Uten nr. Jaworovski, Z., 1989. Pollution of the Norwegian Arctic: A review. Norsk polarinstitutt (NP), rapportserie nr. 55. Oslo.

2 Henriksen, A., Lien, L. & Traaen, T.S. 1990. Tålegrenser for overflatevann. Kjemiske kriterier for tilførsler av sterke syrer. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89210.

3 Lien, L., Henriksen, A., Raddum ,G. & Fjellheim, A. 1989. Tålegrenser for overflatevann. Fisk og evertebrater. Foreløpige vurderinger og videre planer. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89185.

4 Bølviken, B. & medarbeidere, 1990. Jordforsuringsstatus og forsuringsfølsomhet i naturlig jord i Norge. Norges geologiske undersøkelse (NGU), NGU-rapport 90.156. 2 bind (Bind I: Tekst, Bind II:Vedlegg og bilag).

5 Pedersen, H. C. & Nybø, S. 1990. Effekter av langtransporterte forurensninger på terrestriske dyr i Norge. En statusrapport med vekt på SO_2, NOx og tungmetaller. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Utredning 005.

6 Frisvoll, A. A., 1990. Moseskader i skog i Sør-Norge. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 018.

7 Muniz, I. P. & Aagaard, K. 1990. Effekter av langtransportert forurensning på ferskvannsdyr i Norge - virkninger av en del sporelementer og aluminium. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Utredning 013.

8 Hesthagen, T., Berger, H. M. & Kvenild, L. 1992. Fiskestatus i relasjon til forsuring av innsjøer. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Forskningsrapport 032.

9 Pedersen, U., Walker, S.E. & Kibsgaard, A. 1990. Kart over atmosfærisk avsetning av svovel- og nitrogenforbindelser i Norge. Norsk institutt for luftforskning (NILU), OR 28/90.

10 Pedersen, U. 1990. Ozonkonsentrasjoner i Norge. Norsk institutt for luftforskning (NILU), OR 28/90.

11 Wright, R. F., Stuanes, A. Reuss, J.O. & Flaten, M.B. 1990. Critical loads for soils in Norway. Preliminary assessment based on data from 9 calibrated catchments. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89153.

11b Reuss, J. O., 1990. Critical loads for soils in Norway. Analysis of soils data from eight Norwegian catchments. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89153.

12 Amundsen, C. E., 1990. Bufferprosent som parameter for kartlegging av forsuringsfølsomhet i naturlig jord. Universitetet i Trondheim, AVH (stensil).

13 Flatberg, K.I, Foss, B., Løken,A. & Saastad, S.M. 1990. Moseskader i barskog. Direktoratet for naturforvaltning (DN), notat.

14 Frisvoll, A.A., & Flatberg, K.I., 1990. Moseskader i Sør-Varanger. Norsk institutt for naturforskning (NINA) , Oppdragsmelding 55.

15 Flatberg, K.I., Bakken, S., Frisvoll, A.A., & Odasz, A.M. 1990. Moser og luftforurensninger. Norsk institutt for naturforskning (NINA) , Oppdragsmelding 69.

16 Mortensen, L.M. 1991. Ozonforurensning og effekter på vegetasjonen i Norge. Norsk landbruksforsk. 5:235-264.

17 Wright, R.F., Stuanes, A.O. & Frogner, T. 1991. Critical Loads for Soils in Norway Nordmoen. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89153.

18 Pedersen, H.C., Nygård, T., Myklebust, I. og Sæther, M. 1991. Metallbelastninger i lirype. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 71.

19 Lien, L., Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann evertebrater og fisk. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Rapport 0-89185,2.

20 Amundsen, C.E. 1992. Sammenlingning av parametre for å bestemme forsuringsfølsomhet i jord. NGU-rapport 91.265.

21 Bølviken, B., R. Nilsen, J. Romundstad & O. Wolden. 1992. Surhet, forsuringsfølsomhet og lettløselige basekationer i naturlig jord fra Nord-Trøndelag og sammenligning med tilsvarende data fra Sør Norge. NGU-rapport 91.250.

22 Sivertsen, T. & medarbeidere. 1992. Opptak av tungmetaller i dyr i Sør-Varanger. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1991-15.

23 Lien, L., Raddum, G.G. & A. Fjellheim. 1992. Critical loads of acidity to freshwater. Fish and invertebrates. Norwegian Institute for Water Research (NIVA), Rapport O-89185,3.

24 Fremstad, E. 1992. Virkninger av nitrogen på heivegetasjon. En litteraturstudie. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 124.

25 Fremstad, E. 1992. Heivegetasjon i Norge, utbredelseskart. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 188.

26 Flatberg, K.I. & Frisvoll, A. 1992. Undersøkelser av skader hos to sigdmoser i Agder. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 134.

27 Lindstrøm, E.A.1992. Tålegrenser for overflatevann. Fastsittende alger. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-90137/E-90440, rapport-2.

28 Brettum, P. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Planteplankton. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-90137/E-90440, rapport-3.

29 Brandrud, T.E., Mjelde, M. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Makrovegetasjon. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-90137/E-90440, rapport-1.

30 Mortensen, L.M. & Nilsen, J. 1992. Effects of ozone and temperature on growth of several wild plant species. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 6: 195-204.

31 Pedersen, H.C., Myklebust, I., Nygård, T. & Sæther, M. 1992. Akkumulering og effekter av kadmium i lirype. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 152.

32 Amundsen, C.E. 1992. Sammenligning av relativ forsuringsfølsomhet med tålegrenser beregnet med modeller, i jord. Norges geologiske undersøkelse. NGU-rapport 92.294.

33 Frogner, T., Wright, R.F., Cosby, B.J., Esser, J.M., Håøya, A.-O. & Rudi, G. 1992. Map of critical loads for coniferous forest soils in Norway. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-91147.

34 Henriksen, A., Lien, L., Traaen, T.S. & Taubøll, S. 1992. Tålegrenser for overflatevann - Kartlegging av tålegrenser og overskridelser av tålegrenser for tilførsler av sterke syrer. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89210.

35 Lien, L. Henriksen, A. & Traaen, T.S. 1993. Tålegrenser for sterke syrer på overflatevann -Svalbard. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-90102.

36 Henriksen, A., Hesthagen, T., Berger, H.M., Kvenild, L., Taubøll, S. 1993. Tålegrenser for overflatevann - Sammenheng mellom kjemisk kriterier og fiskestatus. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-92122.

37 Odasz, A.M., Øiesvold, S., & Vange, V. 1993. Nitrate nutrition in *Racomitrium lanuginosum* (Hedw.)Brd., a bioindicator of nitrogen deposition in Norway. Direktoratet for naturforvaltning. Utredning for DN 1993-2.

38 Espelien, I.S. 1993. Genetiske effekter av tungmetaller på pattedyr. En kunnskapsoversikt. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Utredning 051.

39 Økland, J. & Økland, K.A. 1993. Database for bioindikatorer i ferskvann - et forprosjekt . Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfiske (LFI), Zoologisk Museum, Oslo, Rapport 144, 1993.

40 Aamlid, D. & Skogheim, I. 1993. Nikkel, kopper og andre metaller i multer og blåbær fra Sør-Varanger, 1992. Rapport Gkogforsk 14/93. 14/93.

41 Kålås, J.A., Ringsby, T.H. & Lierhagen, S. 1993. Metals and radiocesium in wild animals from the Sør-Varanger area, north Norway. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 212.

42 Fløisand, I. & Løbersli, E. (red.)1993. Tilførsler og virkninger av lufttransporterte forurensninger (TVLF) og Naturens tålegrenser. Sammendrag av foredrag og postere fra møte i Stjørdal, 15.-17.februar 1993. Norsk institutt for luftforskning (NILU), OR 17/93.

43 Henriksen, A. & Hesthagen, T. 1993. Critical load exceedance and damage to fish populations. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89210.

44 Lien, L., Henriksen, A. & Traaen, T.S. 1993. Critical loads of acidity to surface waters, Svalbard. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-90102.

45 Løbersli, E., Johannessen, T. & Olsen, K.V (red.) 1993. Naturens tålegrenser. Referat fra seminar I 1991 og 1992. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1993-6.

46 Bakken, S. 1993. Nitrogenforurensning og variasjon i nitrogen, protein og klorofyllinnhold hos barskogsmosen blanksigd (*Dicranum majus*). Direktoratet for naturforvaltning (DN). Utredning for DN 1994-1.

47 Krøkje, Å. 1993. Genotoksisk belastning i jord . Effektstudier, med mål å komme fram til akseptable grenser for genotoksisk belastning fra langtransportert luftforurensning. Direktoratet for naturforvaltning (DN). Utredning for DN 1994-2.

48 Fremstad, E. 1993. Heigråmose (*Racomitrium lanuginosum*) som indikator på nitrogenbelastning. Norsk i nstitutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmelding 239.

49 Nygaard, P.H. & Ødegaard, T.H. 1993. Effekter av nitrogengjødsling på vegetasjon og jord i skog. Rapport Skogforsk 26/93.

50 Fløisand, I. og Johannessen, T. (red.) 1994. Langtransporterte luftforurensninger. Tilførsler, virkninger og tålegrenser. Sammendrag av foredrag og postere fra møte i Grimstad, 7.-9.3.94. Norsk institutt for luftforskning NILU OR: 17/94

51 Kleivane, L. Skåre, J.U. & Wiig, Ø. 1994. Klorerte organiske miljøgifter i isbjørn. Forekomst, nivå og mulige effekter. Norsk Polarinstitutt Meddelelse nr. 132.

52 Lydersen, E., Fjeld, E. & Andersen, T. 1994. Fiskestatus og vannkjemi i norske innsjøer. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) O-93172

53 Schartau, A.K.L. (red.) 1994. Effekter av lavdose kadmium-belastning på littorale ferskvanns populasjoner og -samfunn. Norsk institutt for naturforskning (NINA) Forskningsrapport 055.

54 Mortensen, L. (1994). Variation in ozone sensitivity of *Betula pubescens* Erh. from different sites in South Norway. Direktoratet for naturforvaltning (DN). Utredning for DN, Nr. 1994-6.

55 Mortensen, L. (1994). Ozone sensitivity of *Phleum alpinum* L. from different locations in South Norway. Direktoratet for naturforvaltning (DN). Utredning for DN, Nr. 1994-7.

56 Frogner, T., Wright, R.F., Cosby, J.B. and Esser, J.M. (1994). Maps of critical loads and exceedance for sulfur and nitrogen to forest soils in Norway. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) O-91147.

57 Flatberg, K.I. & Frisvoll, A.A. 1994. Moseskader i Agder 1989-92 (1994). Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 298.

58 Hesthagen, T. & Henriksen, A. (1994). En analyse av sammenhengen mellom overskridelser av tålegrenser for overflatevann og skader på fiskebestander. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 288.

59 Skåre, J.U., Wiig, Ø. & Bernhoft, A. (1994). Klorerte organiske miljøgifter; nivåer og effekter på isbjørn. Norsk Polarinstitutt Rapport nr. 86 - 1994.

60 Tørseth, K. & Pedersen, U. 1994. Deposition of sulphur and nitrogen components in Norway. 1988-1992. Norsk institutt for luftforskning (NILU): OR 16/94.

61 Nygaard, P.H. 1994. Virkning av ozon på blåbær (*Vaccinium myrtillus*), etasjehusmose (*Hylocomium splendens*), furumose *(Pleurozium schreberi*) og krussigd (*Dicranum polysetum*). Rapport Skogforsk 9/94.

62 Henriksen, A. & Lien, L. 1994. Tålegrenser for overflatevann: Metode og usikkerheter. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-94122.

63 Hilmo, O. & Larssen, H.C. 1994. Morfologi hos epifyttisk lav i områder med ulik luftkvalitet. ALLFORSK Rapport 2.

64 Wright, R.F. 1994. Bruk av dynamiske modeller for vurdering av vann- og jordforsuring som følge av redusert tilførsel av sur nedbør. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-94112.

65 Hesthagen, T., A. Henriksen & Kvenild, L. 1994. Overskridelser av tålegrenser for overflatevann og skader på fiskebestander i norske innsjøer med spesiell vekt på Troms og Finnmark. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 298.

66 Sagmo Solli, I.M, Flatberg, K.I.F., Söderström, L., Bakken S. & Pedersen, B. 1996. Blanksigd og luftforurensningsstudier. NTNU. Vitenskapsmuseet. Rapport botanisk serie 1996-1.

67 Stuanes, A. & Abrahamsen, G. 1996. Tålegrenser for nitrogen i skog - en vurdering av kunnskapsgrunnlaget. Aktuelt fra Skogforsk 7-96.

68 Ogner, G. 1995. Tålegrenser for skog i Norge med hensyn til ozon. Aktuelt fra Skogforsk 3-95.

69 Thomsen, M., Nellemann, C. Frogner, T., Henriksen A., Tomter, S. & Mulder, J. 1995. Tilvekst og vitalitet for granskog sett i relasjon til tålegrenser og forurensning. Rapport fra Skogforsk 22-95.

70 Tomter, S. M. & Esser, J. 1995. Kartlegging av tålegrenser for nitrogen basert på en empirisk metode. Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS). Rapport nr 10/95.

71 Pedersen, H.Chr. (red.). 1995. Kadmium og bly i lirype: akkumulering og cellulære effekter. Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning (NINA-NIKU) Oppdragsmelding 387

72 Bakken, S. & Flatberg, K.I.F. 1995. Effekter av økt nitrogendeposisjon på ombrotrof myrvegetasjon. En litteraturstudie. ALLFORSK Rapport 3.

73 Sogn, T.A., Stuanes, A.O. & Abrahamsen, G. 1995. Akkumulering av nitrogen - en kritisk parameter for beregning av tålegrenser for nitrogen i skog. Rapport fra Skogforsk 21/95.

74 Nygaard, P.H. & Eldhuset, T. 1996. Forholdet mellom basekationer og aluminium i jordløsning som kriterium for tålegrenser i skogsjord. Norsk institutt for skogforskning (NISK). Rapport fra Skogforsk 1/96

75 Mortensen, L. 1993. Effects of ozone on growth of several subalpine plant species. Norw. J. Agric. Sci. 7: 129-138.

76 Mortensen. L. 1994. Further studies on the effects of ozone concentration on growth of subalpine plant species. Norw. J. Agric. Sciences 8:91-97.

77 Fløisand, I. & Løbersli, E. (red.) 1996. Lufttransporterte forurensninger - tilførsler, virkninger og tålegrenser. Norsk institutt for luftforskning (NILU) OR 2/96.

78 Thomsen, M.G., Esser; J., Venn, K. & Aamlid, D. 1996. Sammenheng mellom træ rs vitalitet og næringsstatus i nåler og humus på skogovervåkingsflater i Sørøst-Norge (in prep).

79 Tørseth, K., Mortensen, L. & Hjellbrekke, A.-G. 1996. Kartlegging av bakkenær ozon etter tålegrenser basert på akkumulert dose over 40 ppb. Norsk institutt for luftforskning (NILU) OR 12/96.

80 Esser, J.M. & Tomter, S.M. 1996. Reviderte kart for tålegrenser for nitrogen basert på empriske verdier for ulike vegetasjonstyper. Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS).

81 Henriksen, A., Hindar; A., Styve, H., Fjeld, E. & Lien, L. 1996. Forsuring av overflatevann, beregningsmetodikk, trender og mottiltak. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport LNR 3528-96.

82 Henriksen, A., Hesthagen, T. & Fjeld, E. 1996. Overskridelser av tålegrenser for overflatevann og skader på fiskebestander. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport LNR 3565-96.

83 Wright, R. F., Raastad, I.A., & Kaste, Ø. 1996. Atmospheric deposition of nitrogen, runoff of organic nitrogen, and critical loads for soils and waters. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Report SNO 3592-97

84 Mortensen, L.M. 1995. The influence of ozone pollution on growth of young plants of Betula pubescens Ehrh. And Phleum alpinum L. Dose-response relations. Norw. J. Agr. Sci. 9:249-262

85 Mortensen, L.M. 1996. Ozone senistivity of Betula pubescens at different growth stages after budburst in spring. Norw. J. Agr. Sci. 10:187-196.

86 Tørseth, K., Rosendahl, K.E., Hansen, A.C., Høie, H. & Mortensen, L.M. 1997. Avlingstap som følge av bakkenært ozon. Vurderinger for perioden 1989-1993. SFT-rapport.

87 Rognerud, S, Hognve, D. & Fjeld, E. 1997. Naturlige bakgrunnskonsentrasjoner av metaller. Kan amosfæriske avsetninger påvirke metall-konsentrasjoner slik at det ikke reflekterer berggrunnens geokjemi? Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapport LNR 3670-97

88 Skjelkvåle, B.L., Wright, R.F. & Tjomsland, T. 1997. Vannkjemi, forsuringsstatus og tålegrenser i nasjonalparker; Femundsmarka og Rondane. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapport LNR 3646-97

89 Nordbakken; J.-F. 1997. Småskalaendringer i ombrotrof myrvegetasjon i SØ-Norge 1990/91-96. Botanisk Hage og Museum, Univ. Oslo Rapp. 1

90 Sogn, T.A., Kjønnås, J., Stuanes, A.O., & Abrahamsen, G. 1997. Akkumulering av nitrogen - variasjoner avhengig av bestandsutvikling, nitrogentilførsel og simulert snødekke. Norges Landbrukshøgskole, Institutt for jord- og vannfag, Rapport nr. 10/97.

91 Nygaard, P.H., Ødegård, T. & Flatberg, K.I.F. Vegetasjonsendringer over 60 år i fattig skog- og myrvegetasjon i Karlshaugen skogreservat. Skogforsk (in prep)

92 Knutzen, J., Gabrielsen, G.W., Henriksen, O.E., Hylland, K., Källqvist, T. Nygård, T., Pacyna, J.S. Skjegstad, N. & Steinnes, E. 1997. Assessment of the applicability for pollution authorities ofthe concept “critical load” of long-range transported micrpollutants in relation to aquatic an terrestrial ecosystems. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Report SNO 3751-97.

93 Tørseth, K. & Semb, A. 1997. Deposition of major inorganic components in Norway 1992-1996. Norsk institutt for luftforskning (NILU), OR 67/97.

94 Henriksen, A. 1998. Application of the first order acicvity balance (FAB) model to Norwegian surface waters. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Report SNO 3809-98

95 Sogn, T.A. & Wright, R.F. 1998. The model MERLIN applied to Nordmoen, Norway. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Report SNO 3844-98

96 Skjelkvåle, B.L. & A. Henriksen, 1998. Vannkjemi, forsuringsstatus og tålegrenser i nasjonalparker; Hardangervidda. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Report SNO 3895-98

97 Henriksen, A. 1998. Binding grid cells – Norway. An evaluation. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Report SNO 3942-98

98 Lükewille, A. & A. Semb. 1998. Deposition in Norwegian Mountain areas. Norsk institutt for luftforskning (NILU) OR 66/97

99 Strand, L.T., Stuanes, A.O. & G. Abrahamsen. 1998. Akkumulering av karbon og nitrogen i unge jordsmonn. Institutt for jord og vannfag, rapport nr 9/98.

100 Wright, R.F. & Henriksen, A. 1999. Gap closure; use of MAGIC model to predict time required to achieve steady-state following implementation of the Oslo protocol. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Report SNO 4012-99

101 Henriksen, A. 1999. Tålegrenser i fjellområder. Hva vet vi og hva bør vi vite? Rapport fra seminar 16.-17. Februar 1999. Rondablikk Føyfjellshotell. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapport LNR 4017-99

102 Wright, R.F. 1999. Risk of N leaching from forests to surface waters in Norway. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Report SNO 4038-99

103 Wright, R.F., Mulder, J. & Esser, J.M., 1999. Soils in mountain uplands regions of southwestern Norway: nitrogen leaching and critical loads. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Report SNO 4130-99

104 Lindstrøm, E.A., Kjellberg, G. & Wright, R.F. 1999. Tålegrensen for nitrogen som næringsstoff i norske fjellvann: økt "grønske"? Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapport LNR 4187-2000

105 Thomsen, M.G. & Nellemann, Chr. 2000. Mortalitet og tilvekst i relasjon til forurensningsbelastningen i Sør Norge 1920-2000 (under trykking)

106 Henriksen, A & Buan, A.K. 2000. Tålegrenser og overskridelse av tålegrenser for overflatevann, skogsjord og vegetasjon i Norge. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport LNR 4179-2000

107 Aarrestad, P.A. & Vandvik, V. 2000. Vegetasjonsendringer i vestnorsk kystlynghei - effekter av skjøtselsformene brann og sauebeite ved rehabilitering av gammel lynghei på Lurekalven i Hordaland. - NINA fagrapport 044.

108 Oredalen, J.T. & Aas, W. 2000. Vurdering av atmosfærisk fosforavsetning i sørøst-Norge. Norsk institutt for vannforskning Rapport LNR 4310-2000.

109 Bruteig, I., Thomsen, M.G. & Altin, D. 2001. Vekstrespons hos tre aerofyttiske algar på tilførsel av nitrogen. NINA oppdragsmelding 680. (*Rapporten er feilnummerert og har fått nummer 108)*

110 Sogn; T.A., Mulder, J., Haugen, L.E., Berge, G., Rustad, K.B. & Stuanes, A. 2001. N-omsetning i hei-/fjellområder: En første tilnærming til dynamiks modellering av N-omsetningen. Institutt for jord- og vannfag, Norges landbrukshøgskole. Rapport nr 11/2001.

111 Kroglund, F., Wright, R.F. & Burchart, C. 2001. Acidification and Atlantic salmon: critical limits for Norwegian rivers. Norwegian Institute for Water Research Report No O-20191

112 Lindstrøm, E.A. 2001. Økt plantevekst i uberørt fjellvann: et samspill mellom langtransporterte forurensninger og klima. Norsk institutt for vannforskning. Rapport LNR 4459-2001.

113 Larssen; T.; Clarke, N., Tørseth, K. & Skjelkvåle, B.L. 2002. Prognosis for future recovery from acidification of water, soils and forests: Dynaic modelling of Norwegina data from ICP Forests, ICP IM and ICP Waters. Norsk institutt for vannforskning. Report no. O-21172

114 Hindar, A. Tørseth, K., Henriksen, A. & Orsolini, Y. 2002. Betydningen av den nordatlantiske svingning (NAO) for sjøsaltepisoder og forsuring i vassdrag på Vestlandet og i Trøndelag. Norsk institutt for vannforskning. Rapport LNR 4592-2002

115 Hole, L. R. & Tørseth, K. 2003. Deposition of major inorganic compunds in Norway 1978-1982 and 1997-2001: status and trends. Norsk institutt for luftforskning OR 61/2002. ISBN 82-425-1410-0.

116 Larssen, T. & Høgåsen, T. 2003. Tålegrenser og overskridelse av tålegrenser i Norge. Norsk institutt for vannforskning. Rapport LNR 4722-2003.

117 Hesthagen,T., Kristensen, T., Rosseland, B.O. & Saksgård, R. 2004. Relativ tetthet og rekruttering hos aure i innsjøer med forskjellig vannkvalitet En analyse basert på prøvefiske med garn og vannets syrenøytraliseriende kapasitet (ANC). NINA Oppdragsmelding 806

118 Lindstrøm, E.-A., Brettum, P., Johansen, S.W. & Mjelde, M. 2004. Vannvegetsjon i norske vassdrag. Kritiske grenseverdier for forsuring. Effekter av kalking. Norsk institutt for vannforskning. Rapport LNR 4821-2004.

119 Larssen, T., Skjelkvåle, B.L. og Høgåsen, T. 2004. Critical loads for lead (Pb) and cadmium (Cd) in surface waters in Norway – evaluation of methodology and preliminary maps. NIVA-rapport 4808-2004. 18s.

120 Hindar, A. og Larssen, T. 2005. Modifisering av ANC- og tålegrenseberegningene ved å inkludere sterke organiske syrer. NIVA-rapport 5030-2005. 39s.

121 Larssen, T., Høgåsen, T. og Wright, R.F. 2005. Target loads for acidification of Noregian surface waters. NIVA Report SNO 5099-2005.33s

122 Schartau, A.K., Halvorsen, G. og Walseng, B. 2007. Northern Lakes Recovery Study (NLRS) – microcrustaceans. Refernce conditions, acidification and biological recovery. NINA Report 235. 66s.

123 Hesthagen, T. og Østborg, G. 2008. Endringer i areal med forsuringsskadede fiskebestander i norske innsjøer fra rundt 1990 til 2006. NINA rapport 169. 100s.

Henvendelser vedrørende rapportene rettes til utførende institusjon

NINA Rapport 169

ISSN:1504-3312
ISBN: 82-426-1724-4

Norsk institutt for naturforskning
NINA Hovedkontor
Postadresse: NO-7485 Trondheim
Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01
Organisasjonsnummer: 9500 37 687

http://www.nina.no

Grafisk utforming: NINA
Omslagsfoto: Per Jordhøy, Børre Dervo,
Knut Kringstad, Tycho Anker-Nilssen NINA