

Mandalsvassdraget

Koordinator: Ø. Kaste, NIVA

1 Innledning

1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnr:	022
Fylke(r):	Aust- og Vest-Agder
Areal, nedbørfelt:	1809 km ²
Regulering:	Omfattende reguleringer og interne overføringer, spesielt i øvre del.
Spesifikk avrenning:	47,6 l/s/km ²
Middelvannføring:	85,5 m ³ /s
Kalket siden:	Fullkalket fom. juni 1997
Lakseførende strekning:	48 km, til Kavfossen oppstrøms Bjelland (Figur 1.1)

1.2 Avsyringsstrategi

Bakgrunn for tiltak:	Laksebestanden i elva, som tidligere var en av landets beste, er i dag utdødd pga. forsurening. Sjøauren har så langt overlevd, men tettheten av ungfisk er lav og mye av reproduksjonen skjer i sidebekkene (Larsen og Haraldstad 1994).
Tiltaksplan:	Larsen og Haraldstad (1994).
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsureningsfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 15/2-31/5: pH 6,2, 1/6-14/2: pH 6,0.
Avsyringssstrategi:	Vassdraget avsyres ved hjelp av tre store doserere plassert i hovedelva og 6 mindre doserere plassert i sure sidevassdrag. I tillegg kalkes flere innsjøer i nedbørfeltet.

1.3 Forbruk av avsyringsmiddel i 2005

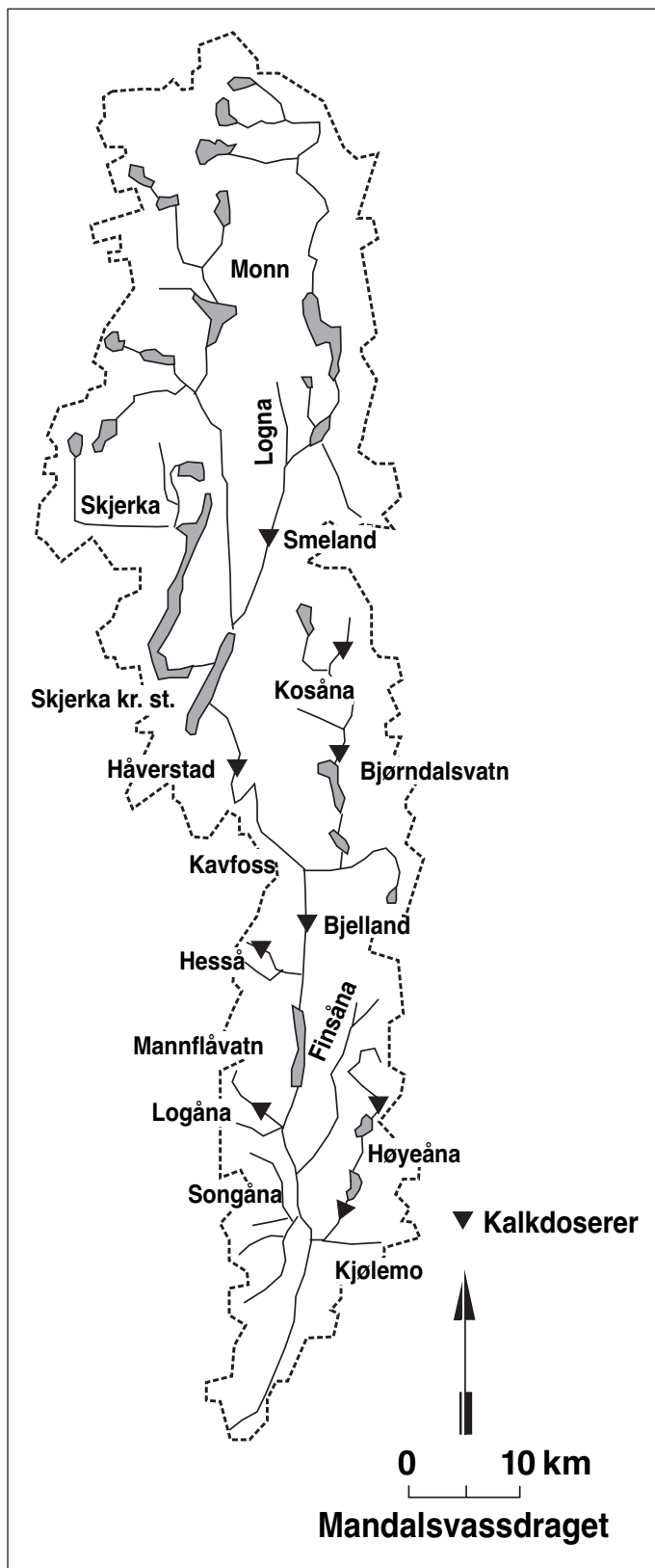
Følgende data er mottatt fra Fylkesmannen i Vest-Agder v/miljøvernavdelingen:

Hovedelva:	Doserer v/Bjelland:	812 tonn
	Doserer v/Håverstad	2575 tonn
	Doserer v/Smeland	1024 tonn
Sidevassdrag:	Doserer v/Egså	106 tonn
	Doserer v/Bjørndalen	883 tonn
	Doserer Hesså	42 tonn
	Doserer Logåna	54 tonn
	Doserer Høyeåna (Brandsvoll)	69 tonn
	Doserer Høyeåna (v. utløp)	174 tonn
SUM:		5739 tonn

Type avsyringsmiddel:

Logåna:	Silikatlut (SiO ₂)
Øvrige doserere:	NK3 Kalksteinsmel (86% CaCO ₃)

I tillegg ble det spredd 112 tonn kalksteinsmel (SK3) i 13 innsjøer i nedbørfeltet i 2005.

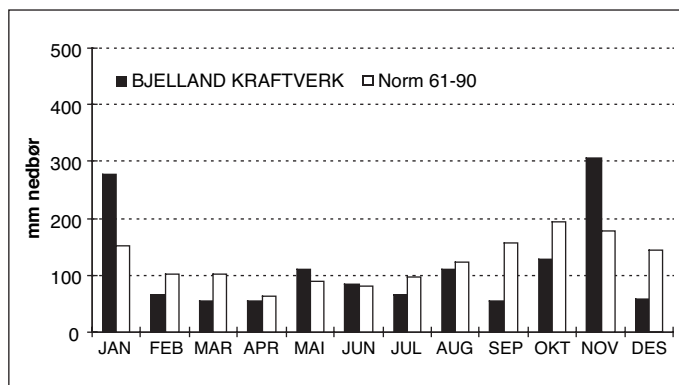


Figur 1.1. Vassdraget med nedbørfelt.

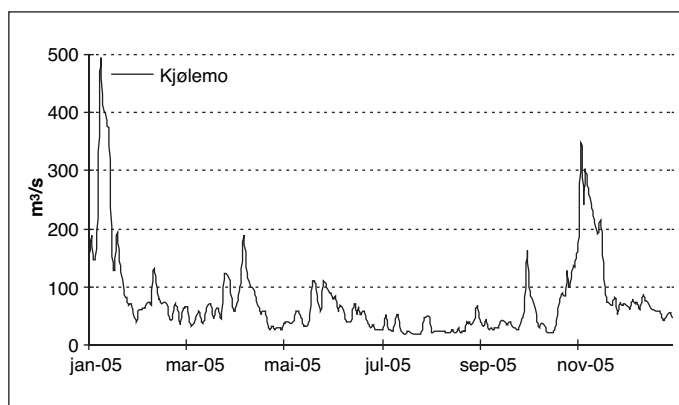
1.4 Hydrologi 2005

Meteorologisk stasjon: 41370 Bjelland
 Årsnedbør 2005: 1372* mm
 Normalt: 1485 mm
 % av normalen: 92*

*NB! Datane for 2005 er usikre og må brukes med forsiktighet.

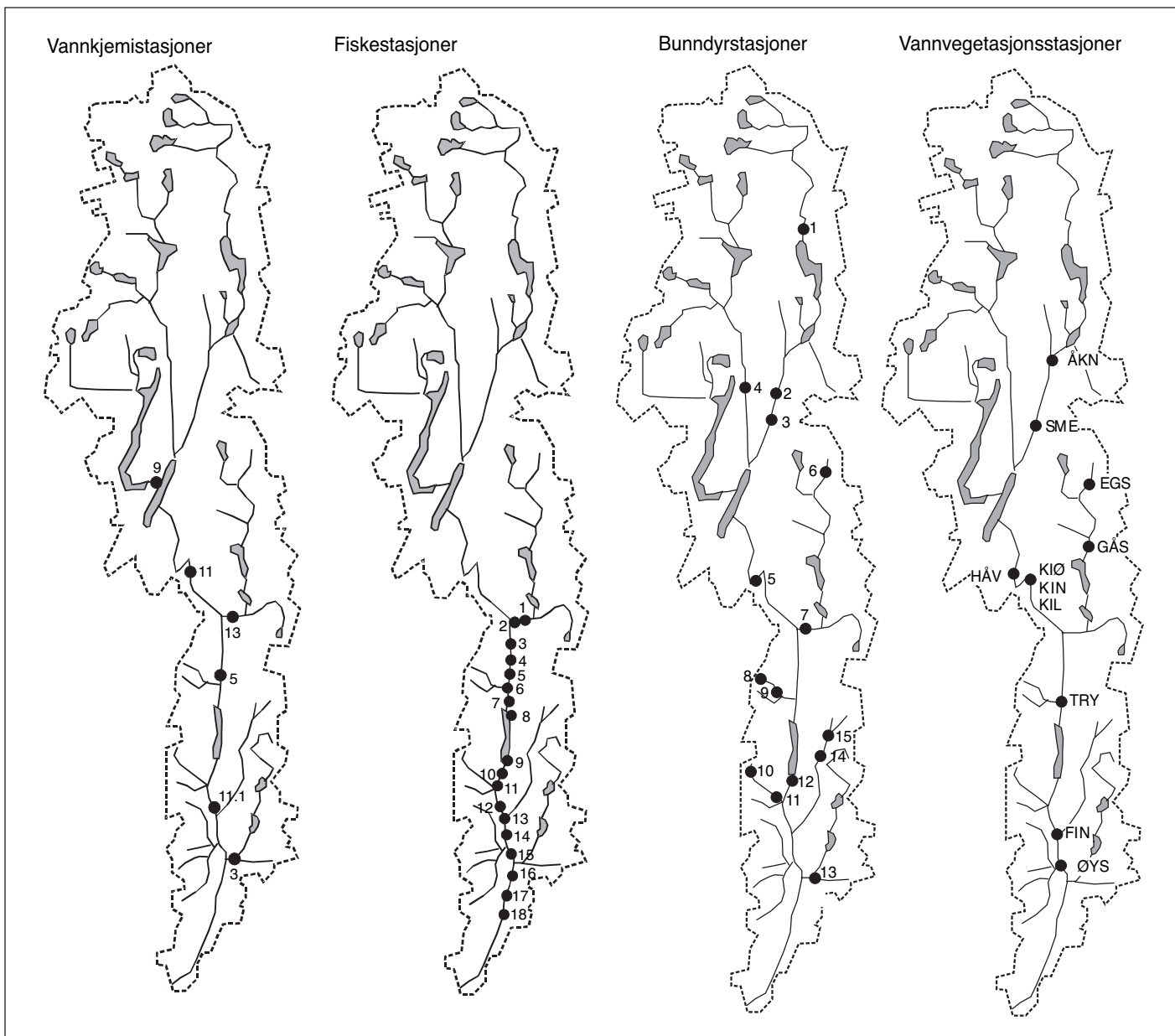


Figur 1.2. Månedlig nedbør i 2005 ved meteorologisk stasjon Bjelland. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (met.no 2006).

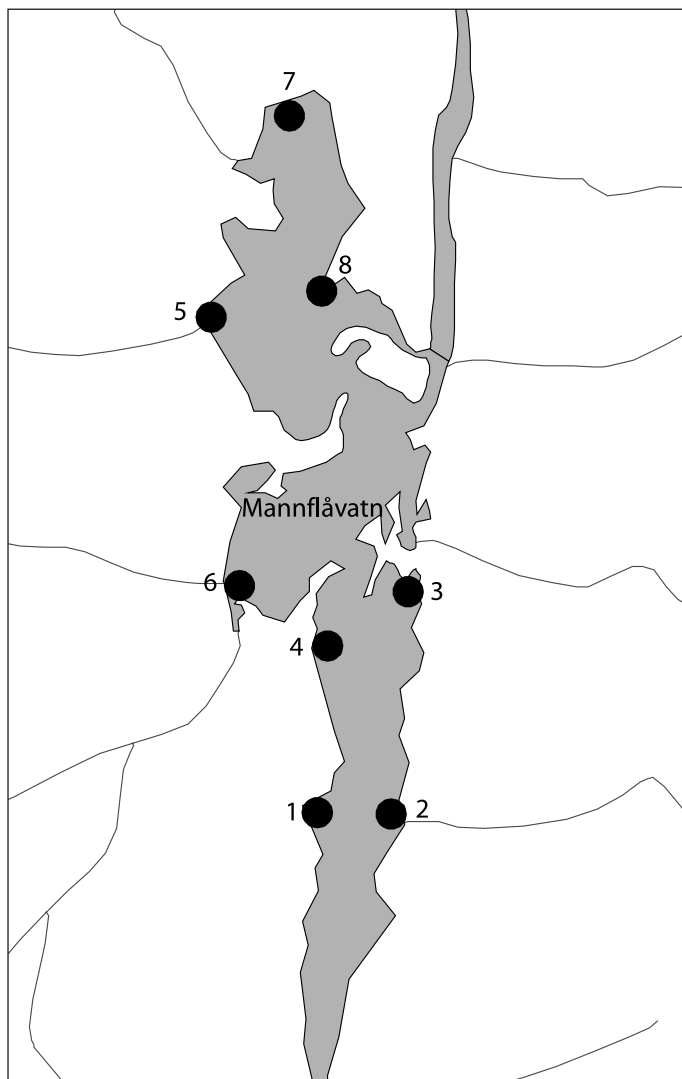


Figur 1.3. Vannføring (døgnverdier) i 2005 ved stasjonen Kjølemono i Mandalsvassdraget (NVE 2006).

1.5 Stasjonsoversikt



Figur 1.4. Prøvetakingsstasjoner for vannkjemi, fisk, bunndyr og vannvegetasjon i Mandalsvassdraget.



Figur 1.5. Prøvetaksstasjoner for innlandsfisk i Mannflåvann i Mandalsvassdraget.

2 Vannkjemi

Forfattere: Ø. Kaste og L.B. Skancke, NIVA

Medarbeidere: R. Høgberget og J. Håvardstun, NIVA

Prøvetakere: Dag Ekeland, Konsmo og Roger Torsland

(Skjerka kraftstasjon)

Mandalselva var kronisk sur før kalking, med høye konsentrasjoner av labilt aluminium (LAI) og lave verdier for syrenøytraliserende kapasitet (ANC). Dette førte til at vannkvaliteten i elva tidligere var skadelig både for anadrom fisk og for innlandsfisk. Det kalkes nå i hovedelva og i sidevassdrag ved hjelp av doseringsanlegg samt at det kalkes i innsjøer i nedbørfeltet. Det var en reduksjon i den totale kalkmengden i Mandalsvassdraget i begynnelsen av 2000-tallet fra 8390 tonn i 2001 til 5541 tonn i 2003. I 2004 økte forbruket med drøyt 10% i forhold til året før, vesentlig på grunn av økte nedbørmengder. I 2005 var det igjen en nedgang da de ni anleggene doserte 5739 tonn kalk.

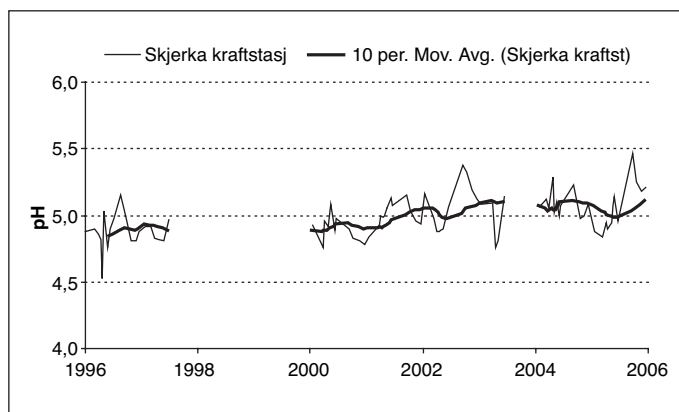
Ukalket referansestasjon

Den ukalkede referansestasjonen i Mandalsvassdraget ligger inne på Skjerka kraftstasjon. Prøvepunktet har variert noe i løpet av overvåkingsperioden, blant annet på grunn av ombygging på kraft-

stasjonen. Dette har medført to lengre brudd i tidsserien, fra juni-97 til desember-99 samt høsten 2003 (**Figur 2.1**). Det har vært en svak økning i middel-pH fra 4,86 i 1996 til 5,07 i 2004. Det kan synes å ha vært en utflating etter 2002, og i 2005 ble det registrert en liten nedgang til 5,03. pH-verdiene i 2005 viste jevnt over en større spredning enn i 2004, med en minimumsverdi på 4,8 og en maksimalverdi på 5,5. De øvre delene av Mandalsvassdraget synes å ha vært mindre rammet av sjøsaltepisodene i januar 2005 enn mange andre vassdrag i Sør-Norge (Hindar & Enge 2006; **Figur 2.6**). Konsentrasjonene av labilt aluminium (LAI) har også vist en nedgang gjennom overvåkingsperioden. Maksimalverdien i 2005 var 76 µg/L (**Tabell 2.1** og **Figur 2.3**), og sammen med negative ANC-verdier i syv av tolv prøver illustrerer dette at vannet i den ukalkede delen av vassdraget fortsatt er giftig for innlandsfisk i store deler av året (Lien et al. 1989).

Strekningen Smeland – Bjelland

Vassdraget på denne strekningen kalkes ved hjelp av to store doserere (Smeland og Håverstad) samt to mindre anlegg i Kosåna. I følge kalkingsstrategien skal de to store doseringsanleggene sørge for en gradvis oppkalking av vannet før det når Bjelland. Data fra DN's vannkemikontrollprosjekt viser at Håverstad-dosereren, i likhet med tidligere år, gav en relativt stabil vannkvalitet nedstrøms i 2005. Med unntak av en prøve i midten av februar med pH 5,5, lå verdiene i intervallet 5,9-6,5 (**Figur 2.5**). Overvåkingsprøvene fra Sveindal dekket heller ikke flere sure episoder dette året, og laveste pH, 5,96, ble målt i en prøven fra midten av juni (**Figur 2.2**, **Tabell 2.1**). Ved utløpet av Kosåna ble det tidligere registrert årvisse forsuringsepisoder med pH-verdier ned mot 5,3. For første gang siden overvåkingen kom i gang, ble det i 2001 og 2002 kun målt pH-verdier $\geq 6,0$. I årene etter dette har stasjonen hatt enkeltverdier ned mot pH 5,8-5,9 i begynnelsen av året mens resten av prøvene har ligget i området 6,1-6,6. I 2005 var det noe dårligere vannkvalitet i januar da pH sank ned til 5,5, og først i stikkprøven fra begynnelsen av april hadde pH øket til 5,9 (**Figur 2.2**, **Tabell 2.1**). Den dårlige vannkvaliteten på begynnelsen av 2005 kan ha hatt sammenheng med sjøsaltepisodene som påvirket store deler av Sørlandet og Vestlandet i januar 2005 (Hindar & Enge 2006). LAI-konsentrasjonene ved Sveindal og i utløpet av Kosåna i 2005 var omtrent som året før, med verdier i intervallet 5-27 µg/L.



Figur 2.1. pH-utvikling i Mandalsvassdraget ved Skjerka kraftstasjon i perioden 1996-2005. 10-punkts flytende middel ("moving average") er angitt med tykk linje. Det er to lengre brudd i tidsserien (fra juni-97 til desember-99 samt høsten 2003) som skyldes ombygging på kraftstasjonen.

Tabell 2.1 Middel-, min- og maksverdier for 2005.

Nr.	Stasjon		pH	Ca mg/L	ALK-E µekv/L	LAI µg/L	TOC mg/L	ANC µekv/L
9	Skjerka kraftst.	Mid	5,03	0,34	0	42	2,3	-3
		Min	4,84	0,24	0	14	1,5	-11
		Max	5,46	0,45	4	76	3,2	8
		N	12	12	12	12	12	12
11	Sveindal (nedstr. dos.)	Mid	6,07	1,17	22	15	3,1	
		Min	5,96	1,00	13	5	2,5	
		Max	6,20	1,42	27	26	4,8	
		N	12	12	12	12	12	
13	Kosåna, utløp	Mid	6,08	1,90	35	16	4,6	
		Min	5,54	1,27	9	5	3,1	
		Max	6,64	2,47	68	27	7,4	
		N	12	12	12	12	12	
5	Bjelland (nedstr. dos.)	Mid	6,25	1,56	33	13	3,3	
		Min	5,94	1,05	21	5	2,5	
		Max	6,65	2,84	74	22	5,1	
		N	12	12	12	12	12	
11.1	Marnardal	Mid	6,19	1,53	29	15	3,2	49
		Min	5,95	1,15	20	5	2,6	36
		Max	6,44	1,81	40	35	5,4	68
		N	16	16	16	16	16	16
3	Høyeåna, utløp	Mid	6,45	2,77	57	15	3,9	
		Min	6,19	2,17	27	4	3,0	
		Max	6,77	3,55	104	23	5,6	
		N	12	12	12	12	12	

Anadrom strekning

Den anadrome strekningen i Mandalselva strekker seg helt opp til Kavfossen, like oppstrøms innløpet av Kosåna (**Figur 1.1**). Svikt ved doseringsanleggene ved Smeland, Håverstad eller i Kosåna vil derfor kunne skade laks og sjøaure som oppholder seg på den 5-6 km lange strekningen mellom Kavfossen og Bjelland. Gjennomsnittlig kalsium-konsentrasjon nedstrøms Bjelland var 1,56 mg/L i 2005, men med relativt stor variasjon i enkeltverdiene (1,1-2,8 mg/L). pH-verdiene ved samme stasjon lå i intervallet 5,9-6,7 dette året, og bortsett fra desember-prøven (5,94) lå alle verdiene over fastsatt pH-mål.

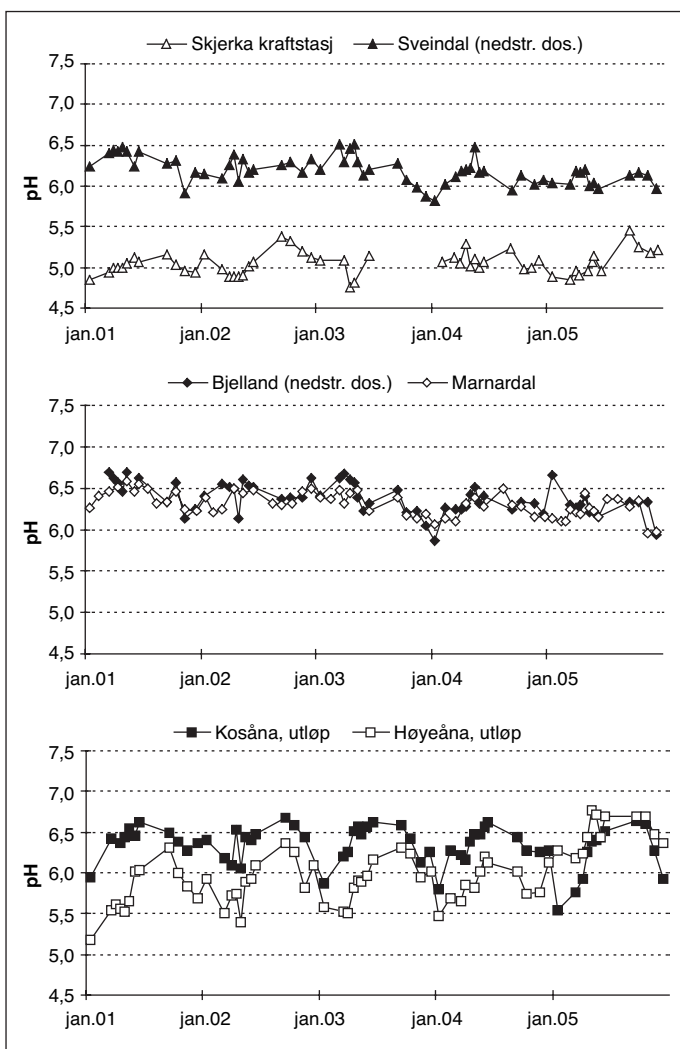
Ved Marnardal lå pH- og kalsiumverdiene omtrent som året før, med verdier på hhv. 6,0-6,4 og 1,2-1,8 mg/L. Prøven tatt 28. februar lå 0,1 pH-enhet under målet, men ellers hadde de andre femten prøvene pH-verdier på- eller over pH-målet som er satt for vassdraget. Konsentrasjonene av labilt aluminium var generelt høyere i smoltifiseringsperioden i 2005 (8-35 µg/L) sammenlignet med 2004 (8-10 µg/L). Den mest sannsynlige årsaken til dette er at sjøsaltepisodene i januar 2005 førte til forsuring og aluminiumsmobilisering i de lavereliggende sidevassdragene langs den anadrome strekningen i elva. LAI-konsentrasjonen som ble målt den 18. april (35 µg/L), var høyere enn pH-verdien i hovedelva (6,2) skulle tilsi. De øvrige LAI-konsentrasjonene som ble målt i løpet av smoltifiseringsperioden, lå i intervallet 8-21 µg/L. I følge klassifiseringssystemet, som er utarbeidet av Hindar et al. (1997), vil det ved LAI-konsentrasjoner på 20 µg/L eller høyere kunne oppstå betydelig skade på laksesmolt i ferskvann og betydelig skade/moderat dødelighet når fisken vandrer ut i sjøen.

Verdiene fra den kontinuerlige overvåkingen ved Kjølamo (nedstrøms Marnardal) i 2005 viste verdier på eller godt over pH-målet (**Figur 2.4**). Det ble ikke registrert perioder hvor døgnmiddel-pH ved Kjølamo lå mer enn 0,1 pH-enhet under det fastsatte målet. På den annen side ble det registrert 107 døgn hvor pH i elva lå mer enn 0,3 over målet. Dette skyldes for en stor del perioder med lav vannføring og naturlig høy pH i tilrenningen, men i kortere perioder kan det også ha forekommet overdosering. Det var tre lengre brudd i loggingen på grunn av problemer med vanninntaket: i januar-februar, september-oktober og oktober-november (til sammen 102 dager). Som **Figur 2.4** viser, ligger pH-verdiene ved Kjølamo gjennomgående høyere enn i stikkprøvene fra Marnardal. Dette har trolig sammenheng med økt dosering fra det nye anlegget i Høyeåna.

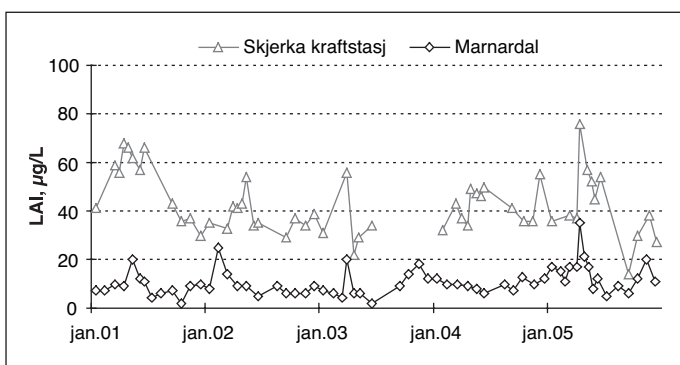
Kalkede sidevassdrag nedstrøms Bjelland

I alt tre mindre sidevassdrag nedstrøms Bjelland avsyres ved hjelp av doserer for å øke deres verdi som gytebekker, samt å redusere sure tilførsler til hovedelva. Disse er Hesså, Logåna og Høyeåna. Anlegget i Hesså står relativt høyt oppe i vassdraget, og det er derfor vanskelig å oppnå stabil pH under høy vannføring som ofte oppstår om våren og om høsten. I likhet med tidligere år ble det i 2005 registrert flere prøver om våren med pH under 5,5, og ved én anledning (14.februar) var pH helt ned mot 5,0. For å avhjelpe samme type problem ble det i desember 2004 etablert et ekstra doseringsanlegg i de nedre delene av Høyeåna. Resultatene fra 2005 viser at dette har gitt mye mer stabil vannkvalitet med pH >6,0 hele året (**Figur 2.5**). pH-verdier >6,5 fra april til september tyder på en viss overdosering av kalk, men dette er i stor grad gjort bevisst for å kompensere for sur avrenning fra ukalkede eller ufullstendig kalkede sidevassdrag på den anadrome strekningen.

I Logåna avgiftes vannet ved hjelp av en silikat-doserer. Silikaten avgifter aluminium ved kompleksbinding, som er en raskere prosess enn den polymeriseringsprosessen som settes i gang ved kalking. Tilsetning av silikat (som silikatlut, SiO_2) medfører også en økning i pH, men denne pH-økningen er i og for seg ikke nødvendig for at avgiftningsprosessen skal foregå (slik som tilfellet er ved bruk av kalk). Resultatene fra DN's vannkjemikontrollprosjekt i 2005 viste at pH-verdiene ved utløpet lå noe lavere enn året før. I



Figur 2.2. Utvikling av pH i Mandalsvassdraget for perioden 2001-2005. Prøvetaksstasjonen nedstrøms dosereren på Bjelland ble flyttet 2 km lenger ned i elva (til innløpet av Hesså) høsten 2001 grunnet for kort avstand til doseringsanlegget.

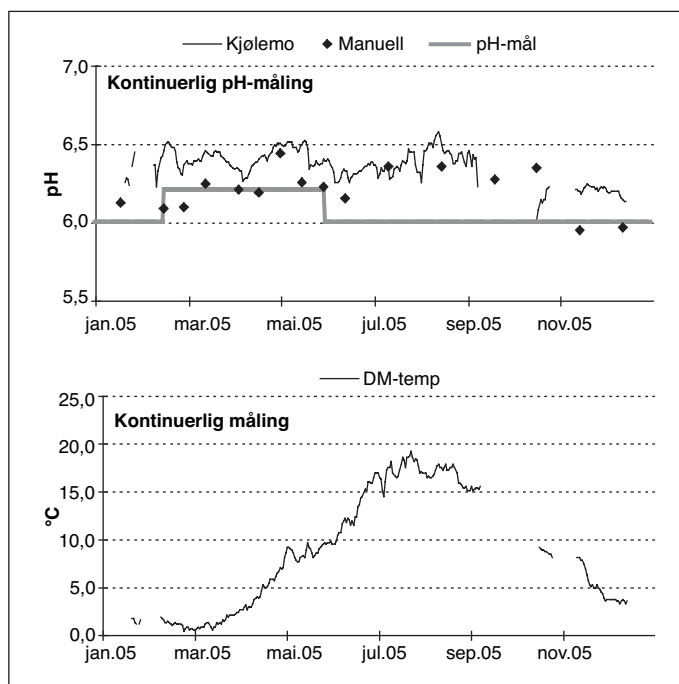


Figur 2.3. Utvikling av labilt aluminium på to stasjoner i Mandalsvassdraget for perioden 2001-2005.

siste halvdel av januar var det driftsstopp pga. ombygging på anlegget, og dette oppsto på et særdeles ugunstig tidspunkt med kraftig forsurening i vassdraget. pH-verdiene rett nedstrøms anlegget sank til under 5,0 og det ble rapport om fiskedød som følge av forsureningen. Med unntak av denne perioden synes anlegget å respondere bra på sure episoder som oppsto. Silikat-doseringen fra anlegget settes i gang dersom pH oppstrøms blir lavere enn 5,9. Fire prøver nedenfor doseringsanlegget hadde pH lavere enn pH 5,9 i 2005, men så lenge det doseres silikat fra anlegget kan vannet nedstrøms likevel ha vært tilfredsstillende avgiftet mht. labilt aluminium. Konsentrasjon av silisium og labilt aluminium i vannet er derfor et bedre mål på oppnådd vannkvalitet enn kun måling av pH. Disse parameterne måles imidlertid ikke rutinemessig i DN's vannkjemikontrollprosjekt, men er analysert i forbindelse med FoU-aktiviteter i vassdraget (Kroglund et al. 2005, Kaste & Kroglund 2005). Disse undersøkelsene viste at variasjonen i silisium-konsentrasjon i vassdraget ofte var større enn det som kunne tilskrives dosering fra anlegget.

Songåna

Dette er også et sidevassdrag som renner inn på den anadrome strekningen av Mandalselva fra vest, mellom utløpene av Logåna og Høyåna. Vannkvaliteten i denne elva er ikke tidligere overvåket, men på grunn av planer om avsyringstiltak ble det igangsatt overvåking (i regi av DN vannkjemikontrollprosjekt) fra og med mars 2004. Overvåkingsstasjonene er ikke påvirket av innsjøkalking, selv om noe spredt bekkedekking kan forekomme lenger oppe i vassdraget. Resultatene fra 2005 viser at pH-nivået og -mønsteret ved den øverste stasjonen i Songåna (oppstrøms planlagt doseringsanlegg) er svært lik den øverste stasjonen i Logåna (**Figur 2.5**). På strekningen ned mot den nederste stasjonen renner elva gjennom et jordbruksområde, som tydelig bidrar til å løfte pH-verdiene i elva – iallfall i deler av året.



Figur 2.4. Resultater fra kontinuerlig pH-måling i 2005 ved stasjonen Kjøleimo i Mandalsvassdraget (døgnmidler) sammenholdt med resultater fra den manuelle prøvetakingen ved Marnardal. Store mangler i den automatiske pH-loggen skyldes periodisk svikt i vanntilførselen til måleutstyret.

3 Anadrom fisk

Forfattere: B. M. Larsen¹, H. M. Berger², K. Hårsaker³, E. Kleiven⁴, A. Kvellestad⁵ og J. H. Simonsen⁶

¹ Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim

² Berger feltBIO, Flygt.6, 7500 Stjørdal

³ NTNU, Vitenskapsmuseet, Zoologisk avdeling, Erling Skakkesgt. 47A, 7012 Trondheim

⁴ Norsk institutt for vannforskning – Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

⁵ Veterinærinstituttet, Postboks 8156, Oslo dep., 0033 Oslo

⁶ Roligheten, 4818 Færvik

3.1 Innledning

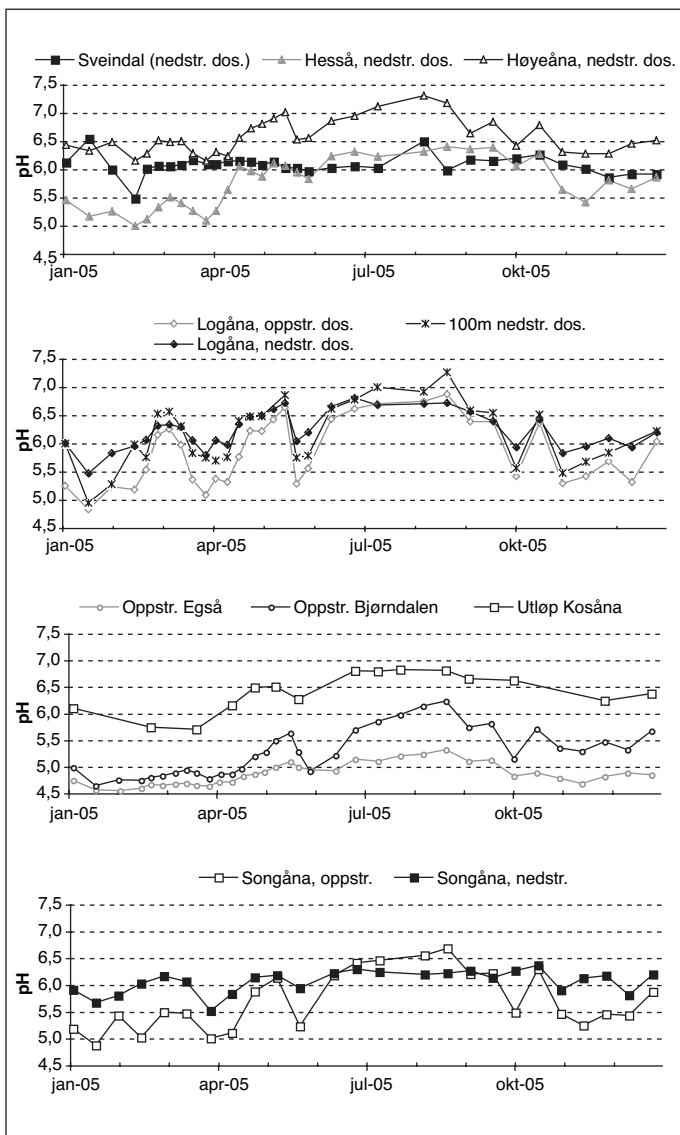
Selv om det ble fisket en del laks på 1970- og 1980-tallet i Mandalselva ble det ikke påvist laksunger i noen del av vassdraget på den tiden (Saltveit 1980, 1984, Heggenes & Saltveit 1992). Den opprinnelige laksestammen anses som utdødd (Sivertsen 1989), og laks som ble fanget var sannsynligvis et resultat av smoltutsettinger i Mandalselva eller i andre vassdrag, feilvandrede villaks og rømt oppdrettslaks (Heggenes & Saltveit 1992, Johnsen et al. 1999).

Det ble startet en overvåking av ungfiskbestandene av laks og ørret i lakseførende del av Mandalselva i 1995 i forbindelse med de planlagte kalkingstiltakene i vassdraget (Kaste et al. 1998). Senere er det gjennomført fiskeundersøkelser på et utvalg faste overvåkingsstasjoner i lakseførende del av vassdraget og nedre del av Kosåna etter samme opplegg i perioden 1996-2005. Mandalselva inngår dessuten i "Reetableringsprosjektet", og det er blant annet gjennomført egne undersøkelser for å vurdere resultatet av årlige utsettinger av laksyngel fra 1997 (Johnsen 2003, Larsen & Johnsen 2006), og utlegging av øyerogn i Kosåna og Logåna fra 2003 (Barlaup et al. 2005).

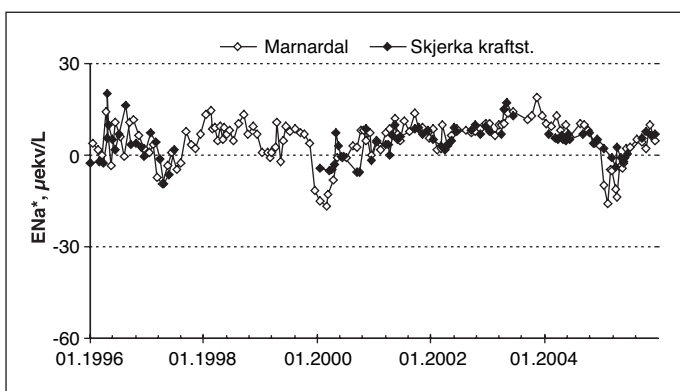
3.2 Metode

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på 18 stasjoner i lakseførende del av vassdraget i august 2005 (**Figur 1.4**). Arealene ble avfisket tre ganger (utfiskingsmetoden) i henhold til standard metodikk (Bohlin et al. 1989). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt, og et utvalg av fisken ble konserverert og lagret for senere aldersbestemmelse. Det er skilt mellom årsyngel (0+) og eldre ungfisk ($\geq 1+$). Det er beregnet tetthet av ungfisk på alle enkeltstasjoner og gjennomsnittlig tetthet for hele vassdraget basert på sum fangst for alle stasjonene samlet (tetthet 1). Alle tettheter er oppgitt som antall individ pr. 100 m². Primærdata er gitt i **Vedlegg B1-B2** som også oppgir gjennomsnittet av beregnet tetthet på alle enkeltstasjonene (tetthet 2).

Det ble tatt gjelleprøver av 8 laks- og 8 ørretunger på stasjon 3 og 8 laks- og 8 ørretunger på stasjon 14. Andre gjellebue på fiskens venstre side ble dissekert ut i felt og fiksert på 10 % fosfat-buffra formalin. Metode og framgangsmåte for videre bearbeiding og analysing er gitt av Kvellestad & Larsen (1999). Resultatene presenteres som andel av fisken som har ulike grader av metallakkumulering på gjelleoverflaten eller i gjelleepitelet. Andre typer av histologiske forandringer omtales bare hvis de kan settes i sammenheng med metallakkumuleringen.



Figur 2.5. Resultater fra DNs vannkjemikontrollprosjekt i Mandalsvassdraget, analysert ved M-lab AS.



Figur 2.6. Utviklingen av ikke-marin natrium ved to stasjoner i Mandalsvassdraget i perioden 1996-2005.

3.3 Resultater og diskusjon

3.3.1 Ungfiskundersøkelser

Det var en moderat høy tetthet av laksyngel i 2005, på om lag samme nivå som i 2004. Eldre laksunger økte litt igjen både i tetthet og utbredelse, og den positive trenden i vassdraget forsterket seg. Tettheten av ørret derimot fortsatte å gå ned i 2005.

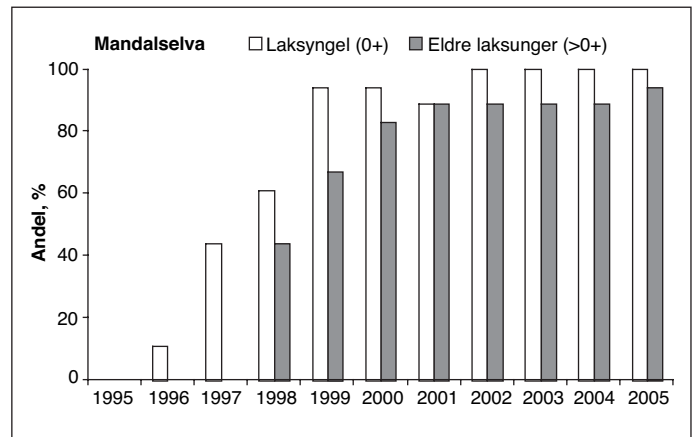
Laks

Det ble ikke påvist laksunger i Mandalselva i 1995, men i 1996 ble det for første gang funnet laksyngel på to stasjoner i vassdraget. Etter at kalkingen kom i gang for fullt i løpet av 1997 ble det allerede i 1998 funnet laksyngel på 11 av 18 stasjoner fordelt på hele den lakseførende strekningen. Senere har utbredelsen økt ytterligere, og det er funnet laksyngel på alle stasjonene fra og med 2002 (**Figur 3.1**).

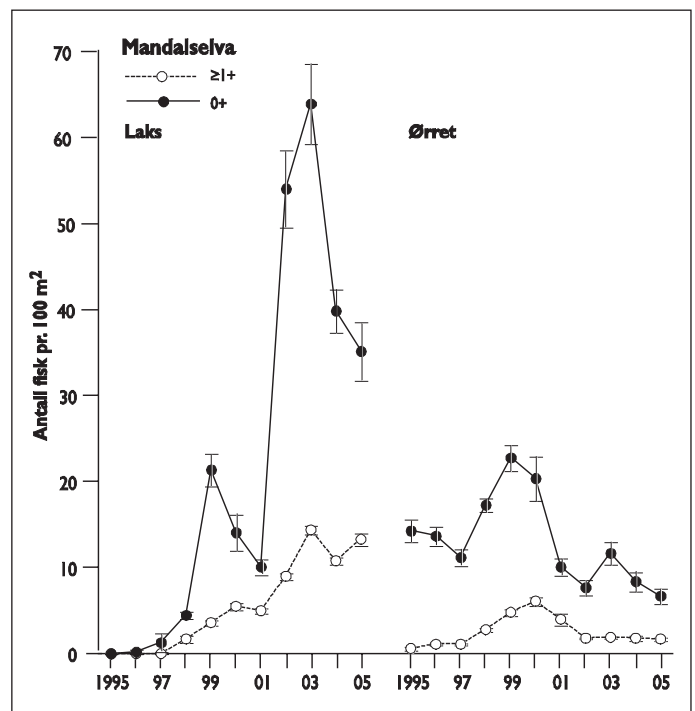
Tettheten av laksyngel varierte noe i de første årene etter kalking, men den gjennomsnittlige tettheten var allerede 20 individ pr. 100 m² i 1999 (**Figur 3.2**). I 2002 og 2003 var det en markert økning i tettheten av laksyngel i hele vassdraget (henholdsvis 54 og 64 individ pr. 100 m²) før det ble en moderat nedgang igjen i 2004 og 2005. Men den gjennomsnittlige tettheten var likevel 35-40 laksyngel pr. 100 m². Nedgangen i antall laksyngel fra 2003 til 2004 og 2005 skyldes at tettheten avtok på hele strekningen (alle stasjonene) mellom Laudal og Holum (**Figur 3.3**). Det var høyest tetthet på innløpet til Mannflåvatn, ved Bjelland og ved Sunde i de øvre delene av vassdraget i 2005 med 184 laksyngel pr. 100 m² på stasjon 5 som det høyeste. Selv om antall laksyngel fortsatt vil variere litt mellom år er laks reetablert i hele vassdraget, og utviklingen har vært entydig positiv i årene etter kalking (lineær trendlinje for 1995-2005: $y = 5,6x - 11,1$; $R^2 = 0,65$).

I forbindelse med Reetableringsprosjektet er det satt ut 667.500 startforede laksunger og 26.000 laksesmolt i årene 1996-2003 (Haraldstad et al. 2003). I juli 2004 ble det satt ut 91.000 laksyngel til sammen av Mandal-stamme og Bjerkreim-stamme i Mandalselva (Johnsen & Larsen 2005). Nye utsetninger av 18.900 laksyngel av Mandal-stamme og 12.400 laksyngel av Bjerkreim-stamme ble gjennomført på tre lokaliteter i 2005 (Rolandsbekken, Kosåna og minstevannføringsstrekningen mellom terskel 10 og Skåleneset) (Larsen & Johnsen 2006). Det er overvåkingsstasjoner på to av disse lokalitetene, og det ble gjenfanget yngel fra utsettingene på tre av stasjonene (stasjon 2, 9 og 10) i august 2005 (1-44 individ pr. 100 m²). Selv om settefisk var begrenset til få stasjoner utgjorde de likevel 8 % av totalfangsten i denne undersøkelsen (jf. **Figur 3.3**). Tidligere år har andelen settefisk variert mellom 1 og 16 % av totalfangsten.

I Mandalselva ble det ikke funnet eldre laksunger i årene 1995-97 eller ved noen av de tidligere undersøkelsene. Men allerede i 1998 ble det funnet eldre laksunger på 44 % av stasjonene (**Figur 3.1**), selv om tettheten var lav (2 individ pr. 100 m², **Figur 3.2**). Fram til 2004 har gjennomsnittlig tetthet av eldre laksunger økt til 10-15 individ pr. 100 m², og det er funnet eldre laksunger på 89 % av stasjonene. Det var en ytterligere økning i utbredelsen i 2005, og tettheten av eldre laksunger var nær det høyeste som er funnet i vassdraget (13 individ pr. 100 m²). Selv om antall laksunger fortsatt vil variere litt mellom år er laks nå reetablert i hele vassdraget, og utviklingen har vært entydig positiv i forbindelse med kalkings tiltaket (lineær trendlinje for 1995-2005: $y = 1,5x - 3,5$; $R^2 = 0,90$).



Figur 3.1. Utbredelsen av laksyngel og eldre laksunger i Mandalselva i 1995-2005. Utbredelsen er angitt som andel av elfiskestasjonene der henholdsvis laksyngel og eldre laksunger er funnet.



Figur 3.2. Tetthet pr. 100 m² av laks og ørret i lakseførende del av Mandalselva i 1995-2005.

Det var størst tetthet av eldre laksunger i Kosåna og på strekningen ned til utløpet av Bjelland kraftverk i 2005 (**Figur 3.3**), og øvre del av vassdraget forsterker posisjonen som det viktigste oppvekstområdet for laksunger i Mandalselva.

Histologiske undersøkelser av gjeller fra laks ble ikke inkludert før i 1998 da det ikke ble fanget eldre laksunger tidligere. All metallakkumulering i gjelleepitelet er et uttrykk for eksponering til en suboptimal vannkvalitet (Kvellestad & Larsen 1999), og i fem av de åtte årene (1998, 2000, 2001, 2003 og 2005) ble det påvist varierende mengder i gjelleepitelet hos 80-100 % av laksungene (**Tabell 3.1**). I 2002 og 2004 ble det ikke påvist slik metallakkumulering i noen del av vassdraget. Mengden av metallakkumulering var i de første årene minst i øvre del av Mandalselva (strekningen Kosåna-Monan), men senere har det enten vært likt mellom øvre og nedre del (2002 og 2004), eller mengden av metallakkumulering har vært størst i øvre del (for eksempel 2003 og 2005). Det er imidlertid positivt at det ikke er påvist metallakkumulering på gjelleoverflaten hos laks i noen av årene.

Tabell 3.1. Resultat av histologisk undersøkelse av gjeller fra fisk i Mandalselva i 1995-2005. ASA+overfl. = ASA-positivt materiale på gjelleoverflaten. Andel av fisken som har ulike grader av metallakkumulering (0-3) på gjelleoverflaten er oppgitt. ASA+int. = ASA-positivt materiale i gjelleepitelet. Andel av fisken som har ulike grader av metallakkumulering (0-3) i gjelleepitelet er oppgitt. 0 = ikke påvist, 1 = sparsom forekomst, 2 = moderat forekomst og 3 = betydelig forekomst. N er antall fisk undersøkt. For nærmere beskrivelse se Kvellestad & Larsen (1999).

Art	År	Lokalitet	Stasjon	N	ASA+ overfl., %				ASA+ int., %			
					0	1	2	3	0	1	2	3
Laks	1998	Foss	4	5	100	0	0	0	0	100	0	0
	1999		2, 4	6	100	0	0	0	100	0	0	0
	2000		3-4	7	100	0	0	0	0	86	14	0
	2001		3	5	100	0	0	0	20	80	0	0
	2002		3	5	100	0	0	0	100	0	0	0
	2003		3	5	100	0	0	0	0	80	20	0
	2004		3	5	100	0	0	0	100	0	0	0
	2005		3	5	100	0	0	0	0	100	0	0
	1999	Øyslebø	14-16	7	100	0	0	0	57	43	0	0
	2000		12-13	7	100	0	0	0	0	71	29	0
	2001		14	5	100	0	0	0	0	100	0	0
	2002		14	5	100	0	0	0	100	0	0	0
	2003		14	6	100	0	0	0	17	50	33	0
	2004		14-15	5	100	0	0	0	100	0	0	0
	2005		14	5	100	0	0	0	20	80	0	0
Ørret	1998	Foss	3	5	100	0	0	0	60	40	0	0
	1999		3	5	100	0	0	0	100	0	0	0
	2000		5	5	100	0	0	0	0	100	0	0
	2001		3	5	100	0	0	0	20	80	0	0
	2002		3	5	100	0	0	0	100	0	0	0
	2003		3	5	100	0	0	0	0	60	40	0
	2004		3	5	100	0	0	0	100	0	0	0
	2005		3	5	100	0	0	0	80	20	0	0
	1996	Mannflå	8	2	50	50	0	0	0	50	50	0
	1997		8	5	100	0	0	0	0	60	20	20
	1995	Øyslebø	12-14	8	24	38	38	0	0	0	25	75
	1996		14-16	8	100	0	0	0	0	100	0	0
	1997		14	4	100	0	0	0	0	50	50	0
	1998		14-15	5	100	0	0	0	0	100	0	0
	1999		14, 16	7	100	0	0	0	100	0	0	0
	2000		12	5	100	0	0	0	0	60	40	0
	2001		14	5	100	0	0	0	20	80	0	0
	2002		14	5	100	0	0	0	100	0	0	0
	2003		14	6	100	0	0	0	0	83	17	0
	2004		14-15	6	100	0	0	0	100	0	0	0
	2005		14	5	100	0	0	0	100	0	0	0

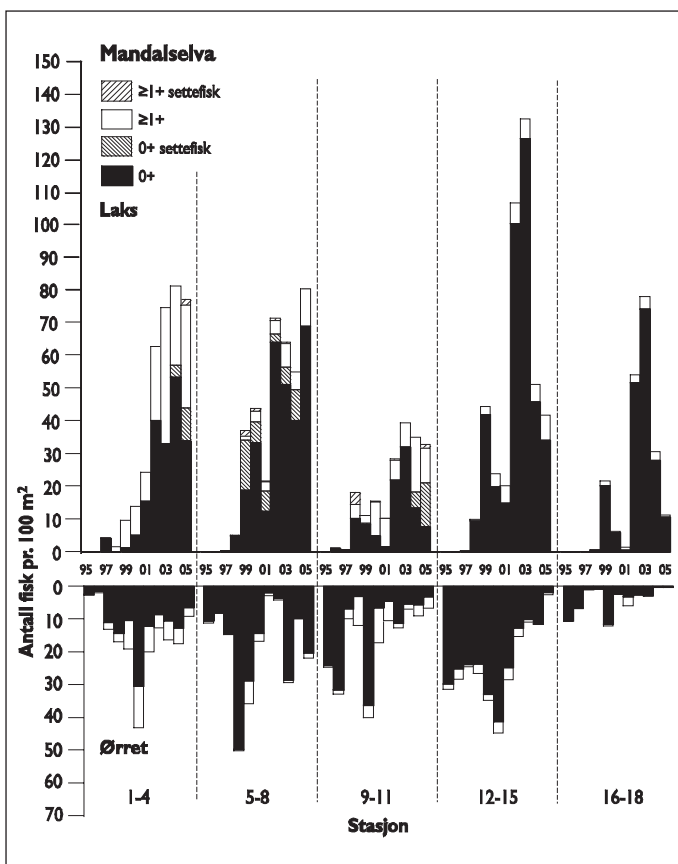
Laksungene varierte i lengde fra 28 til 155 mm i begynnelsen av august 2005 (**Figur 3.4**). Årsyngelen av villfisk var i gjennomsnitt 41 mm (**Tabell 3.2**). Yngel fra Kosåna og øvre del av hovedvassdraget ned til Bjelland kraftstasjon har i alle år vokst raskere enn yngel fra resten av vassdraget. Vi ser også at veksten øker noe i terskelområdet ovenfor Laudal sammenlignet med områdene ovenfor og nedenfor minste vannføringsstrekningen. Veksten var imidlertid dårligere enn tidligere nedenfor Laudal både i 2004 og 2005 samtidig som tettheten var lav. Forskjellen i gjennomsnittslengde mellom øvre del (strekningen Kavfossen-Monan) og nedre del (strekningen mellom Laudal og Øyslebø) var 22 mm.

Den gjennomsnittlige lengden av ettårige laksunger (villfisk) var 81 mm i 2005 (**Tabell 3.3**). Veksten har avtatt betydelig i løpet av de siste sju årene, og de ettårige laksungene var i gjennomsnitt 22 mm kortere i 2004 og 2005 sammenlignet med 1998. Dette innebærer at en større andel må stå ett år ekstra på elva før smoltifisering. Det er imidlertid stor vekstforskjell mellom øvre og nedre del av vassdraget. Veksthastigheten ovenfor Bjelland indikerer en dominerende andel av toårig smolt i Kosåna og ved Monan. Nedenfor Laudal derimot vil lavere veksthastighet resultere i en dominans av treårig smolt. Dette vil ha betydning for mengden utvandrende smolt da dødeligheten gjennom ett ekstra år på elva

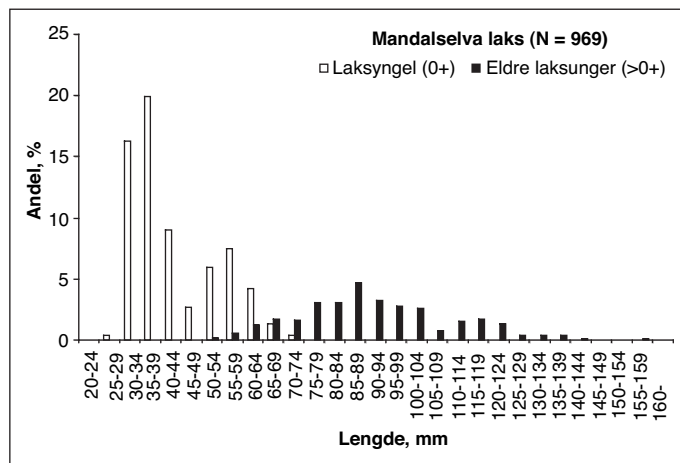
kan være betydelig. Det vil dessuten ha betydning for hvor raskt reetableringen går i ulike deler av Mandalselva. Begrepet eldre laksunger omfatter tre årsklasser i 2005 fordelt med henholdsvis 76, 22 og 2 % på ett-, to- og treårige laksunger.

Tabell 3.2. Gjennomsnittslengder (i mm) med standardavvik ($\bar{x} \pm \text{sd}$) for årsyngel av laks (villfisk) og ørret i ulike deler av Mandalselva 8.-9. og 20.-21. august 2005. N er antall undersøkte individer.

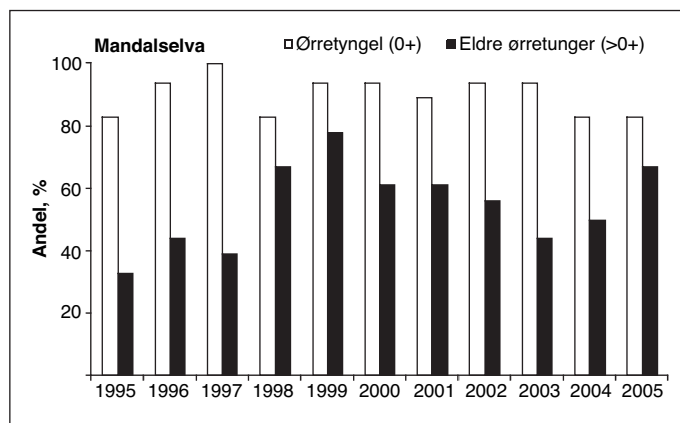
Stasjon	Laks $\bar{x} \pm \text{sd}$	N	Ørret $\bar{x} \pm \text{sd}$	N
Villfisk:				
1- 2 Kosåna	53±6	29	55±6	24
3- 4 Kavfossen-Monan	56±4	113	61±6	17
5- 8 Monan-Mannflåvatn	37±4	275	42±4	84
9-11 Mannflåvatn-Laudal	46±5	29	55±7	12
12-15 Laudal-Øyslebø	34±3	118	41±6	7
16-18 Øyslebø-Holum	35±4	42	38	1
1-18 Mandalselva anadrom del samlet	41±9	606	49±8	145
Settefisk:				
1- 2 Kosåna	62±5	20	-	-
9-11 Mannflåvatn-Laudal	60±6	34	-	-
1-18 Mandalselva anadrom del samlet	61±6	54	-	-



Figur 3.3. Tetthet pr. 100 m² av laks og ørret i ulike deler av lakseførende del av Mandalselva i 1995-2005. Stasjon 1-4: Kosåna og Kavfossen-Monan, stasjon 5-8: Monan-Mannflåvatn, stasjon 9-11: Mannflåvatn-Laudal, stasjon 12-15: Laudal-Øyslebø og stasjon 16-18: Øyslebø-Holum.



Figur 3.4. Lengdefordeling av laks fra lakseførende del av Mandalselva i begynnelsen av august 2005.



Figur 3.5. Utbredelsen av ørretyngel og eldre ørretunger i Mandalselva i 1995-2005. Utbredelsen er angitt som andel av elfiskestasjonene der henholdsvis ørretyngel og eldre ørretunger er funnet.

Ørret

Det har vært en jevn høy forekomst av ørretyngel i Mandalselva helt siden undersøkelsene startet i 1995, og yngel er påvist på 83-100 % av stasjonene (**Figur 3.5**). Tettheten av ørretyngel økte de første årene etter kalking (1998-2000) (**Figur 3.2**), men senere har tettheten avtatt igjen i alle deler av vassdraget (**Figur 3.3**). Det var en fortsatt nedgang i tettheten av ørretyngel i 2005 sammenlignet med året før. Gjennomsnittlig tetthet av ørretyngel var bare 7 individ pr. 100 m², og dette var den laveste tettheten som er funnet i vassdraget i løpet av de siste elleve årene.

Utbredelsen av eldre ørretunger økte fra 30-40 % av stasjonene før kalking til 60-80 % de første årene etter kalking (**Figur 3.5**). De siste årene har utbredelsen avtatt igjen, og i 2004 var det eldre ørretunger bare på halvparten av stasjonene mens det i 2005 ble påtruffet eldre ørretunger på to tredeler av stasjonene. Det var en økning i antall eldre ørretunger i en periode fra 1998 til 2000, men denne trenden er nå snudd. Tettheten har ikke vært spesielt høy i noen av årene, men gjennomsnittlig tetthet av eldre ørretunger har nå vært ca 2 individ pr. 100 m² i de fire siste årene (**Figur 3.2**). Denne reduksjonen i tetthet samsvarer med nedgangen i antall ørretyngel. Selv om sjørørreten reproducerer naturlig i deler av hovedvassdraget har trolig det meste av reproduksjonen tidligere foregått i sidevassdrag med gunstigere vannkvalitet (Larsen & Haraldstad 1994). Mandalselva har imidlertid betydelige oppvekst- og leveområder også for stasjonær ørret.

Tabell 3.3. Gjennomsnittslengder med standardavvik ($\bar{x} \pm s.d.$) hos ungfisk av laks og ørret i lakseførende del av Mandalselva i 1998-2005. Aldersbestemmelse av spritfiksert materiale. N er antall undersøkte individer.

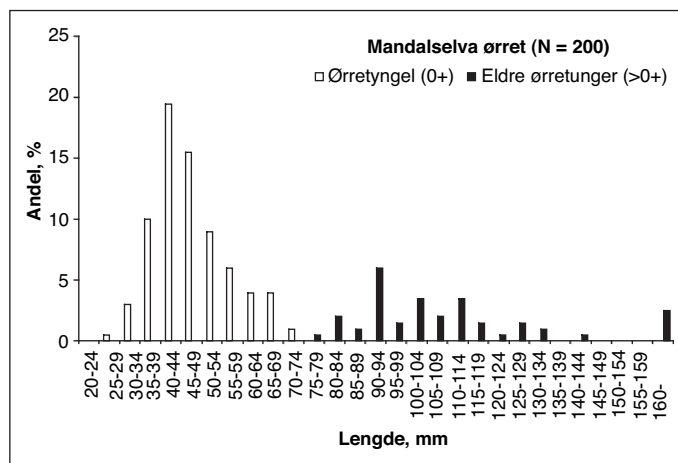
	0+	N	1+	N	2+	N	3+	N
	$\bar{x} \pm s.d.$		$\bar{x} \pm s.d.$		$\bar{x} \pm s.d.$		$\bar{x} \pm s.d.$	
Laks villfisk								
1998	48±5	90	103±16	42	-	0	-	0
1999	44±8	109	102±19	64	148±29	6	-	0
2000	50±9	135	91±15	83	131±17	13	154	1
2001	46±6	146	88±14	96	114±13	39	157	1
2002	46±8	180	87±12	134	118±12	19	151	1
2003	48±6	173	88±15	155	116±10	17	-	0
2004	44±8	129	81±13	103	115±9	43	122	1
2005	44±9	112	81±15	105	114±11	31	126±9	3
Laks settefisk								
1998	-	0	100±9	39	-	0	-	0
1999	51±9	125	92±12	29	133±7	2	-	0
2000	60±6	60	94±10	26	-	0	144	1
2001	55±6	113	94±10	20	121±4	2	-	0
2002	60±7	74	96±10	26	115±14	3	-	0
2003	63±5	37	95±19	10	133±10	2	-	0
Ørret*								
1998	55±13	100	99±19	49	136±19	13	-	0
1999	45±10	171	96±22	124	145±39	15	190±63	5
2000	55±11	118	94±15	97	152±27	12	198	1
2001	50±8	134	94±14	104	130±18	14	159±15	4
2002	51±9	134	102±13	44	144±23	14	164±10	5
2003	49±10	172	99±13	45	154±49	5	211±13	2
2004	47±7	123	95±10	39	119±5	4	145±33	2
2005	48±9	78	95±12	47	142±20	4	232±76	2

*Tillegg 1999: 4+: 259±9 mm (N=2), 6+: 179 mm (N=1); 2001: 4+: 221±3 mm (N=2); 2002: 4+: 204±30 mm (N=4); 2003: 5+: 201±35 mm (N=3); 2004: 4+: 207±9 mm (N=2); 2005: 4+: 220 mm (N=1), 5+: 236 mm (N=1)

Det ble funnet metallakkumulering på gjelleoverflaten hos ørret både i 1995 og 1996, og vannkvaliteten kan ha hatt direkte negative effekter på populasjonen før kalking (Kvellestad & Larsen 1999). Etter at kalkingen startet er det ikke lenger metallakkumulering på gjelleoverflaten, men det er påvist noe metallakkumulering i gjelleepitelet (**Tabell 3.1**). Dette uttrykker at fisken i perioder har vært eksponert for en suboptimal vannkvalitet. Denne belastningen gikk noe ned i de første årene etter kalking, men var høyere enn forventet igjen i 2003. I 1999, 2002 og 2004 ble det ikke påvist metallakkumulering i noen del av vassdraget, og i 2005 var det ingen akkumulering i nedre del.

Ørretungene varierte i størrelse fra 29 til 286 mm i begynnelsen av august 2005 (**Figur 3.6**). Årsyngelen var gjennomsnittlig 49 mm (**Tabell 3.2**). Gjennomsnittslengden var den samme som i 2004, og bare ubetydelig lavere enn enkelte tidligere år. Forskjellen i gjennomsnittslengde mellom øvre del (strekningen Kavfossen-Monan) og nedre del (strekningen mellom Laudal og Øyslebø) var 20 mm i 2005 (**Tabell 3.2**).

Lengden av ettårige ørretunger var 95 mm i 2005 (**Tabell 3.3**). Begrepet eldre ørretunger omfattet fem årsklasser i 2005, men så mye som 85 % av individene var ett år gamle. Eldre ørretunger med alder 2+, 3+ og ≥4+ utgjorde henholdsvis 7, 4 og 4 % av materialet. Det er tidligere funnet individ opp til seks år i vassdraget.



Figur 3.6. Lengdefordeling av ørret fra lakseførende del av Mandalselva i begynnelsen av august 2005.

Andre arter

Det ble fanget ål bare på fire av stasjonene i Mandalselva i 2005. Generelt blir det observert lite ål i vassdraget, og det ble bare notert 7-8 individ til sammen i 2005. I tillegg ble det fanget trepigget stingsild ved Holmesland og Øyslebø, og niøye ovenfor Øyslebø som er sammenfallende med resultatet fra tidligere år. Det er tidligere påvist bekkerøye, nipigget stingsild og havniøye i vassdraget.

4 Fisk i Mannflåvann

Forfattere: T. Hesthagen og B. O. Johnsen, NINA

Medarbeidere: L. Fløystad og R. Saksgård, NINA

4.1 Innledning

Mannflåvann er eneste innsjø på den lakseførende strekningen av Mandalsvassdraget. Innsjøen er lokalisert 70 m o.h. og dekker et areal på 2,0 km². Øvre deler av bassenget har et maksimum dyp på rundt 22 m, mot 58 m i nedre deler. Opprinnelige hadde Mannflåvann bestander av abbor, røye og aure. I tillegg brukte laksunger innsjøen som oppvekstområde. Tidligere foregikk det et aktivt fiske i Mannflåvann, som også omfattet garnfiske etter laks fram til 1960-tallet (Sigurd Haraldstad pers. medd.). Forsuringen utryddet både abboren og røya i Mannflåvann i løpet av 1950/1960-tallet, mens den stedegne laksestammen forsvant rundt 1970. Aurebestanden ble sterkt redusert i løpet av 1970-tallet (Sigurd Haraldstad pers. medd.). På 1980-tallet etablerte bekkerøye seg i Mannflåvann, og det ble påvist gyting i både tilløpsbeker og hovedelva (Larsen & Haraldstad 1994). Den lakseførende strekningen av Mandalsvassdraget har vært fullkalket siden 1997. Prøvefiske høsten 2003 viste at det allerede hadde etablert seg en middels tett bestand av aure i Mannflåvann (Hesthagen & Johnsen 2004). Samlet fangst på bunngarn (oversiktsgarn) på dypene 0-3, 3-6 og 6-12 m tilsvarte et utbytte pr. 100 m² garnareal (CPUE) på 11,4 individ. Innsjøen hadde relativt lav tetthet av aure i pelagisk sone, med CPUE=5,2 individ på 0-6 m dyp. Det er ikke satt ut aure i innsjøen, så all fisk er naturlig rekruttert. Bestanden av bekkerøye i Mannflåvann er nå iferd med å forsvinne, med en fangst på bare to individ i 2003. Fangsten av laksunger (CPUE) på oversiktsgarna i 2003 var 3,8 individ. I tillegg ga enkelgarn på 10 og 12,5 mm (4 stk) et utbytte (CPUE) på henholdsvis 13,6 og 17,3 laksunger. To av disse individene var merket (finneklippet), og følgelig satt ut som énsomrig settefisk i Mandalselva (2001).

Undersøkelsene i 2005 hadde hovedfokus på forekomsten av laksunger i strandsonen i ulike deler av magasinet. Det er vist at innsjøer kan være viktige produksjons- og oppvekstområder for laksunger i norske vassdrag (Lura 2002, 2005). I 2005 ble det også fisket med oversiktsgarn på én stasjon, for å sammenlikne fangstutbyttet av aure med det funnet to år tidligere.

4.2 Metoder og materiale

Det ble etablert 8 garnfiskestasjoner i strandsonen fordelt på ulike deler av Mannflåvann (**Figur 1.5**). På hver stasjon ble det satt bunngarn på 10 mm og 12,5 mm maskevidde på 0-3 m dyp. På 3 stasjoner (St. 2, 6 og 7) ble det i tillegg satt ut et garn av hver av de to maskeviddene på 3-6 m dyp. Totalt ble det derfor satt 11 garn av hver maskevidde. Disse garna er 27 m lange og 1,5 m dype, dvs med et areal på 40,5 m². Videre ble det fisket med oversiktsgarn (30 x 1,5 m) på en stasjon (nr 6), med ett garn i hvert av dybdeintervallene 0-3, 3-6 og 6-12 m. Utbyttet blir uttrykt som antall individ fanget pr. 100 m² garnareal (CPUE). Fisket ble gjennomført den 9.-10.8. 2005.

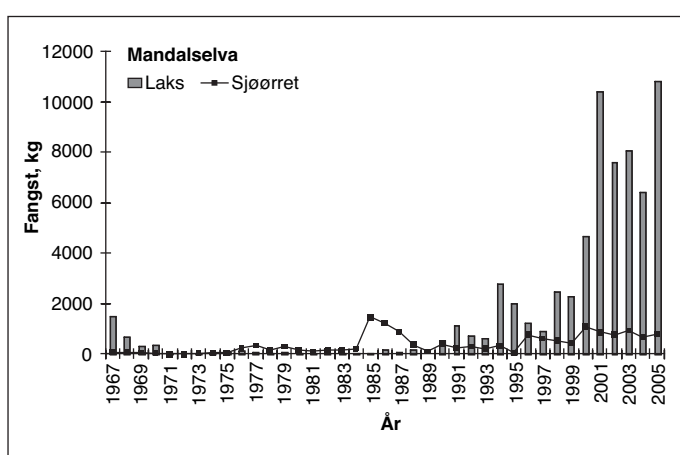
Det ble fram til 2000 funnet bekkerøye i lite antall på enkelte av stasjonene på strekningen fra Kavfossen til Mannflåvatn. Bekkerøye har naturlig reproduserende bestander i flere av bekkenene og i Mannflåvatn (Larsen & Haraldstad 1994). Ved prøvefiske i Mannflåvatn i 2003 ble det bare fanget to bekkerøye, og bestanden ser ut til å være på retur (Hesthagen & Johnsen 2004).

I 1999 ble det påvist ørekyte i Høyeåna i Mandalsvassdraget (Berger 2000). I 2000 ble det elfisket på tre stasjoner i Mandalselva ved Øyslebø og en stasjon nederst i Høyeåna for å undersøke om ørekyte hadde spredd seg til hovedvassdraget (Larsen et al. 2001). Det ble funnet fem eldre individ i munningen av Høyeåna, men det ble ikke påvist spredning til hovedvassdraget. Vi har foreløpig ingen opplysninger om at ørekyte er funnet i selve Mandalselva.

3.3.2 Fangststatistikk

Mandalselva var tidligere en svært god laks- og sjørørrelv, men fra 1900 til 1920 var det en sterk nedgang i fangstene (Haraldstad & Hesthagen 2003). Denne nedgangen fortsatte fram til 1970-tallet. Etter 1976, i en periode fram til 1990, ble det fanget mer sjørørret enn laks (**Figur 3.7**). Fra 1990 og framover har fangstene av laks økt igjen. Det antas at lite av laksen som ble fanget før 1998 har vokst opp i Mandalselva. I de siste årene derimot skyldes økningen i fangstresultatet en økt tilbakevandring av voksne laks som er produsert og vokst opp i vassdraget. Fangstresultatet varierte mellom 6 og 10 tonn i 2001-2004. Det var en ytterligere økning i fangsten i 2005, og det ble meldt inn 10.858 kg laks. Dette er ny rekord for vassdraget i nyere tid.

Fangsten av sjørørret var mindre enn 400 kg på hele 1970- og 1980-tallet med unntak av de tre årene 1985-87 da fangsten var oppe i nær 1,5 tonn (**Figur 3.7**). Fra en årlig fangst på 200-400 kg sjørørret på begynnelsen av 1990-tallet var det en økning i fangstutbyttet fra 1996, og i 2000 nådde det opp i nær 1,1 tonn sjørørret. I 2005 ble det meldt inn 797 kg.



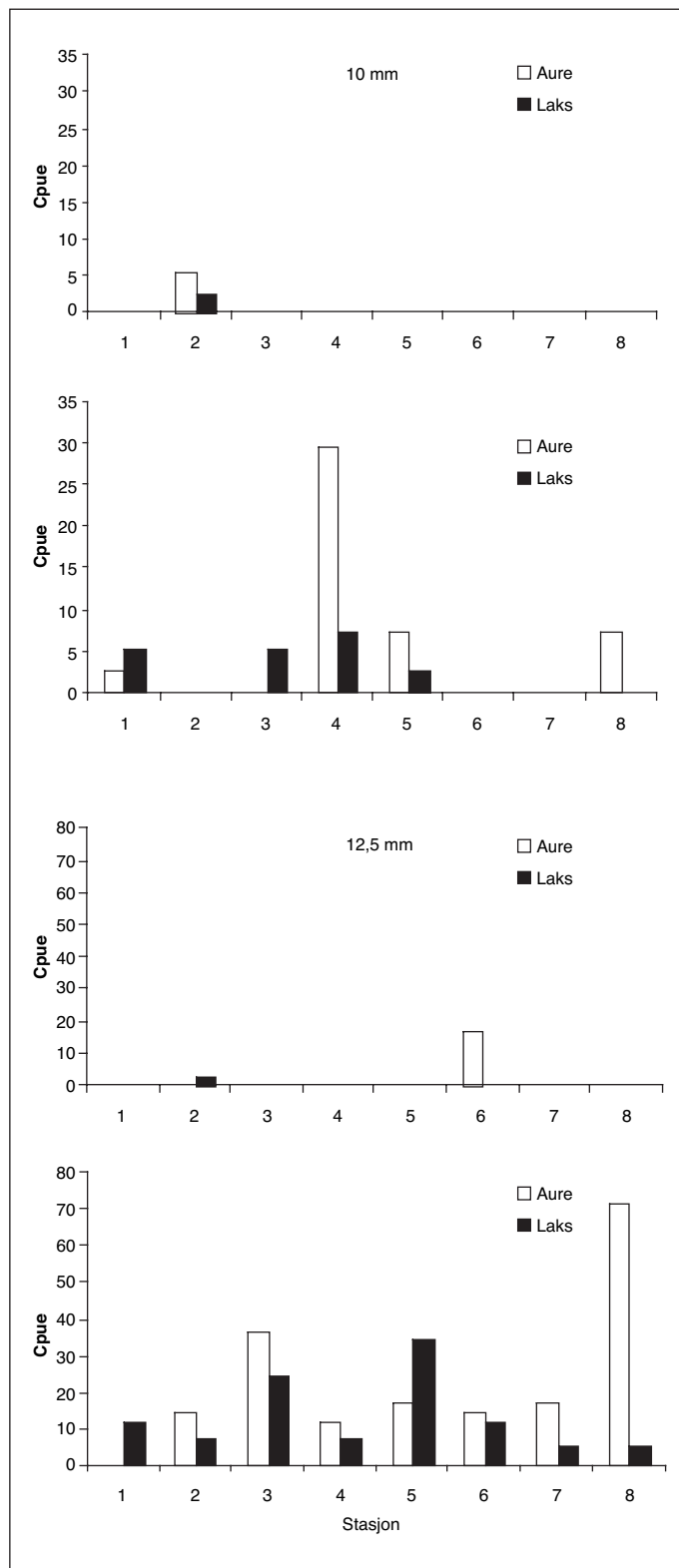
Figur 3.7. Årlig oppfisket kvantum av laks og sjørørret i Mandalselva i perioden 1967-2005 (Norges Offisielle Statistikk). Oppfisket kvantum i 1995 er korrigert i henhold til opplysninger fra Fylkesmannen i Vest-Agder (se også Flerbruksplan Mandalsvassdraget 2000).

4.3 Resultater og diskusjon

De største fangstene av laks- og aureunger ble tatt på 12,5 mm på 0-3 m dyp i strandsoner, med et gjennomsnittlig utbytte på henholdsvis 13,6 (n=44) og 23,1 individ (n=75) (**Figur 4.1**). Utbyttet på 10 mm var betydelig lavere for både laks og aure, med CPUE på henholdsvis 5,6 (n=18) og 2,8 individ (n=9) på 0-3 m dyp. Tetthetene på 3-6 m dyp var lave, med en totalfangst av laks og aure på henholdsvis 1 og 8 individ. De fleste laksungene i garnfangstene var ett år gamle (n=40), med ei gjennomsnittlig lengde på 112 mm (**Tabell 4.1**). Bare et fåtall laksungene var 3-åringer (n=3). Auren var noe lengre enn laksunger på samme alder. Ingen av laksungene i fangstene var merket, dvs. finneklipte.

Det var store variasjoner i tettheten av både laks- og aureunger mellom de enkelte stasjonene. På de to stasjonene med størst tetthet var utbyttet (CPUE) henholdsvis 24,7 og 34,6 og 37,0 og 71,6 individ for de to artene. Auren dominerte på de fleste stasjoner, og det var en tendens til at mengden laksunger avtok med økende tetthet av aure. Det kan derfor være konkurranse om plass og næring mellom de to artene. For å påskynde reetableringen av laks i Mandalvassdraget har det vært satt ut ønsomrig settefisk i øvre deler av vassdraget siden 1997. Denne fisken har vært finneklipt (Johnsen 2003). Området ovenfor Mannflåvann omfatter strekningene Grasholmen-Bjelland Kraftverk og Sanøy-Trygslund. Det var imidlertid ingen laksunger i fangstene fra Mannflåvann i 2005 som var merket. Dette resultatet stemmer godt med det at den naturlige produksjonen av laks har økt kraftig på denne strekningen i de siste åra (Larsen m.fl. 2005). I 2002 var gjennomsnittlig tetthet av utsatt og naturlig rekruttert laksyngel (0+) henholdsvis rundt 3 og 64 individ pr. 100 m². Ut fra dette var det ikke forventet å finne særlig mange utsatte laksunger i Mannflåvann i 2005. Det er lite sannsynlig at laksen gyter i selve Mannflåvann. På grunn av dammen på utløpet av Mannflåvann vil det være ubetydelig oppvandring av laksunger fra minstevannføringsløpet. Det er derfor rimelig å anta at rekrutteringen av laksunger til Mannflåvann i hovedsak skjer ved nedvandring fra gyteplassene på elvestrekningen like oppstrøms Mannflåvann. Mengden laksunger i Mannflåvann vil dermed i stor grad bestemmes av hvor mye laks som gyter på elvestrekningen nærmest innsjøen. På den nederste elfiskestasjonen mot Mannflåvann er det registrert varierende tettheter av laksyngel i perioden 1999-2005, med 23 – 111 individ pr. 100 m². Lavest tetthet ble funnet i 2004, som sannsynligvis var underestimert på grunn av forholdene under elfisket. I 2003 ble det funnet 111 yngel pr. 100 m² på denne stasjonen (Bjørn Mejdell Larsen pers. medd.). Disse to årsklassene danner sannsynligvis grunnlaget for de ettårige og toårige laksungene som ble funnet ved prøvefisket i Mannflåvann i 2005.

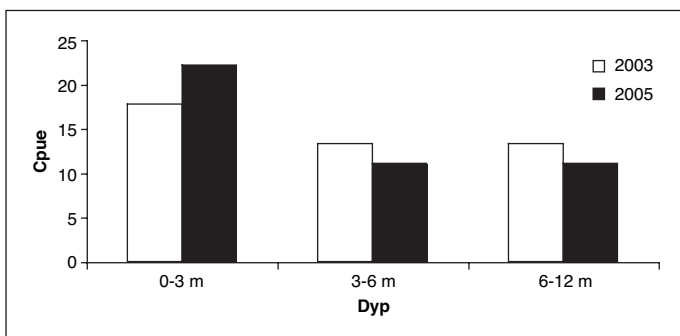
Det var små forskjeller i fangstutbytte (CPUE) av aure i Mannflåvann i 2003 og 2005 (stasjon 6), med et gjennomsnitt på henholdsvis 14,8 og 16,3 individ for de tre dypene 0-3, 3-6 og 6-12 m (**Figur 4.2**). Fangstene på 0-3 m dyp var størst, med henholdsvis rundt 18 og 22 individ i de to åra. Det ble ikke fanget bekke- røye ved prøvefisket i 2005.



Figur 4.1. Fangstutbyttet pr. 100 m² garnareal (CPUE) av laks- og aureunger på 10 og 12,5 mm garn på ulike stasjoner i Mannflåvann i august 2005, fordelt på 0-3 m dyp (nederst) og 3-6 m dyp (øverst).

Tabell 4.1. Gjennomsnittlig lengde (mm) $\pm$ standard avvik hos laks- og aureunger fanget på garn i Mannflåvann i august 2005. For aure ble det i tillegg fanget to individ på 7 år, med ei gjennomsnittlig lengde på 354 ± 178 mm. Antall fisk i parentes.

Alder	Laks	Aure
1	112 $\pm$ 13 (40)	119 $\pm$ 9 (31)
2	140 $\pm$ 10 (22)	151 $\pm$ 13 (22)
3	148 $\pm$ 10 (3)	178 $\pm$ 33 (8)
4		213 $\pm$ 15 (4)
5		200 $\pm$ 0 (1)
6		214 $\pm$ 0 (1)



Figur 4.2. Fangstutbyttet (CPUE) av aure på oversiktsgarn fordelt på 3 ulike dyp på stasjon 6 i Mannflåvann i august 2003 og 2005.

5 Bunndyr

Forfatter: A. Fjellheim, LFI, Unifob, Universitetet i Bergen

5.1 Innledning

Overvåkingen av bunndyr i Mandalsvassdraget ble startet høsten 1995. Hensikten med undersøkelsene er å overvåke utviklingen av bunndyrsamfunnene i vassdraget med hensyn til forurensningsskade og biologisk mangfold. Det opprinnelige stasjonsnett besto av 32 innsamlingsstasjoner (Raddum og Schnell 1997). Fra og med 1998 er antall prøvetakingslokaliteter samordnet med de øvrige vassdrag i overvåkingsprogrammet og redusert til 15 stasjoner (**Figur 1.4, Vedlegg C1-C2**).

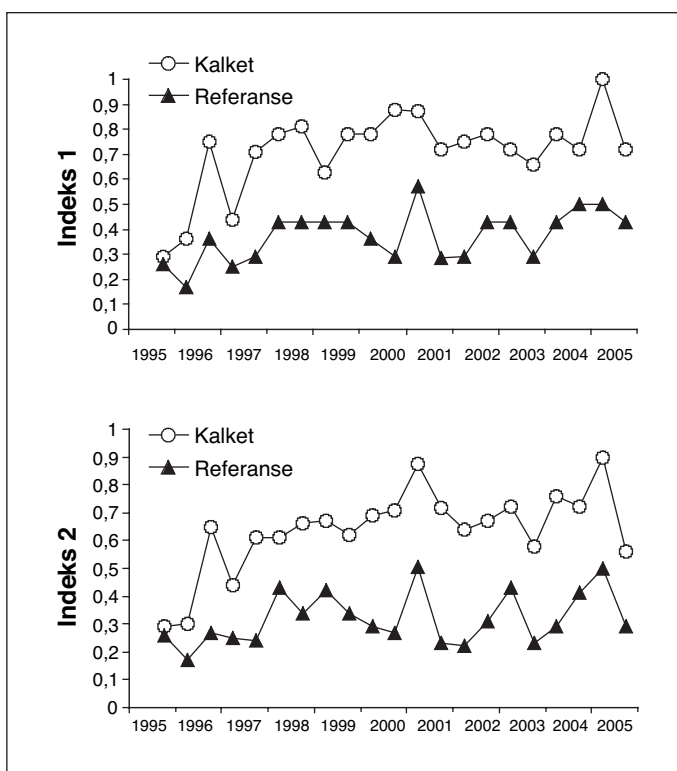
5.2 Metoder

Prøvetakingsprogrammet består av kvalitative prøver innsamlet hver vår og høst etter metodikk beskrevet av Frost et al. (1971). Det blir tatt prøver fra 8 stasjoner i den kalkete delen av vassdraget og fra 7 referansestasjoner i ukalkete deler av vassdraget. Prøvene blir innsamlet med en hov, maskevidde 0,25 mm, konserveret på etanol og er senere sortert og artsbestemt under lupe. Forsuringsindeksene er beregnet etter Fjellheim og Raddum (1990) og Raddum (1999). Verdien 1 viser et bunndyrsamfunn som ikke er forurensningsskadet, mens verdien 0 viser et sterkt skadet samfunn.

5.3 Resultater og diskusjon

Det ble registrert 6 døgnfluearter, 13 steinfluearter, og 16 arter/slekter av vårfluer i Mandalsvassdraget i 2005 (**Vedlegg C1-C2**). Det biologiske mangfoldet innen disse insektgruppene var likt det som ble registrert i 2004. Tolv av de registrerte arter/slekter av bunndyr er sensitive overfor forurensning (Fjellheim og Raddum 1990). Artsmangfoldet innen disse gruppene var mindre enn det som var registrert i 2004.

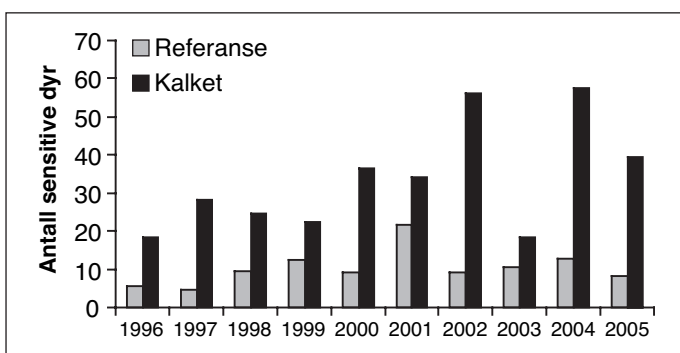
Våren 2005 var forurensningsindeks 1 og 2 i den kalkete delen av vassdraget 1,00 og 0,90 (**Figur 5.1**). Om høsten var indeksene lavere, henholdsvis 0,72 og 0,56. Vårverdiene i den kalkete delen av vassdraget er de beste som er registrert i vassdraget til dette tidspunkt. De lavere høstverdiene viser at kalkingen av vassdraget ennå ikke har gitt forventet respons i bunndyrsamfunnene. De ukalkete referansestasjonene viste skader både vår og høst. Om våren var både indeks 1 og 2 lik 0,50, d.v.s. markert skadet. Høstsituasjonen i referansestasjonene viste at lokalitetene var sterkt forurensningsskadet, indeks 1 og 2 lik 0,43 og 0,29 (**Figur 5.1**). De lavere indeks 2-verdiene viser i tillegg at bestandene av sensitive døgnfluer har subletale skader. Dette viser at det vannkjemiske miljøet ligger så nær de kritiske grenseverdiene for arten at deler av bestanden er utslått. I Mandalsvassdraget har de forurensningssensitive bunndyrene hovedutbredelsen i elvas nedre deler. Døgnflueslekten *Baetis* er vanlig i denne delen av elva, med minimum tre registrerte arter i 2005: *B. rhodani*, *B. fuscatus/scambus*-gr. og *B. vernus/subalpinus*-gr. (**Vedlegg C1-C2**). I de første årene etter at kalkingen startet var *Baetis* hovedsakelig tilstedeværende om høsten. Etter 2000 har denne slekten fått et sterkere fotfeste i vassdraget også om våren. Det er et lyspunkt at *B. rhodani* ble registrert på lokaliteten nedstrøms kalkdosereren på Smeland. Denne registreringen er den første som er gjort av arten etter at kalkingen startet. Skadene på bunndyrsamfunnene var generelt store i de øvre delene av vassdraget.



Figur 5.1. Gjennomsnittlige forurensningsindekser for stasjonene i Mandalsvassdraget i perioden 1995 - 2005.

I 2005 ble det registrert gjennomsnittlig 40 sensitive dyr pr. prøve i de lokalitetene som er kalket (**Figur 5.2**). Dette er noe mindre enn det som ble registrert i 2004. Det er en tendens til at antall sensitive bunndyr øker i den kalkete delen av vassdraget ($r^2 = 0,35$). I de ukalkete referansestasjonene er tilsvarende trend svakere ($r^2 = 0,12$). Forekomsten av sensitive bunndyr i Mandalsvassdraget er betydelig mindre enn i det tilgrensende Audnavassdraget. Dette viser at kalkingen av vassdraget ennå ikke har medført ønsket effekt på bunndyrsamfunnene.

Bunndyrsamfunnene i Mandalselva har generelt vist dårlig respons på kalkingen. De høye indeksverdiene våren 2005 er et lyspunkt, men høstverdiene viser at vassdraget er langt fra restituert. Vi forventer en økning i både biologisk mangfold og utbredelse av sensitive bunndyr i Mandalsvassdraget dersom kalkingen av vassdraget opprettholdes. Andre kalkingsprosjekt viser at reetablering av fauna tar tid. Noen arter gir en rask respons på kalking mens andre bruker mange år på å etablere levedyktige bestander. Ferskvannsneglene, som er svært sensitive ovenfor både forurening og lavt kalkinnhold (Økland 1990), gir gode eksempler på sistnevnte. I det tilgrensende Audnavassdraget, som ble kalket i 1985, har denne gruppen vist god respons i de senere år (Fjellheim og Raddum 1995, Fjellheim og Raddum, 2001, Raddum og Fjellheim 2003).



Figur 5.2. Gjennomsnittlig antall forureningssensitive dyr pr. stasjon i kalkete og ukalkete deler av Mandalsvassdraget i perioden 1996 - 2005.

6 Vannvegetasjon

Forfattere: S. W. Johansen (makrovegetasjon) og E. A. Lindstrøm (begroing), NIVA

Medarbeidere (begroing): R. Romstad, NIVA og A. Furnes, Bot. inst., UiB

6.1 Makrovegetasjon

Vegetasjonsregistreringene ble foretatt i perioden 8.-9. september 2005. Standard metodikk for vegetasjonsovervåkning er benyttet, herunder registrering av vannplanter (karplanter, kransalger og vannmoser) etter en semikvantitativ skala (1-5), samt populasjonsprøver av krypsiv og vannmoser. Resultatene er satt opp i **Tabell 6.1**.

Stilleflytende strekninger

Mandalsvassdraget er stedvis preget av en meget omfattende tilgroing av krypsiv (*Juncus bulbosus*) (jfr. Johansen 1993, Brandrud og Johansen 1997). En del av overvåkingen er derfor fokusert på eventuelle endringer i disse plantebestandene.

I 2005 ble det igjen observert store bestander med krypsiv i overflaten i området Håverstad til nedstrøms brua ved Sveindal. Området er meget tilgrodd med krypsiv og fjorårets blandingsbestander med krypsiv og flotgras (*Sparganium angustifolium*) synes fortsatt å øke noe eller stabilisere seg i omfang. Spesielt ved Håverstad synes det å være økt forekomst av flotgras i forhold til 2004-sesongen.

Tidsutvikling for vekst av årsskudd på krypsiv i områdene med massive bestander er vist i **Figur 6.1A**. I perioden 1998-2004 er det flere stasjoner som har vist en større vitalitet med lengre årsskudd enn de foregående år før kalking. Denne tendensen har fortsatt også i 2005 i Sveindal-området. På Håverstad ble det i 2005 målt lengre årsskudd enn de to foregående år, noe som kan tyde på en revitalisering i bestandene der. Samtidig kan noe kortere årsskudd på lokaliteten nedstrøms Sveindal brua tyde på en maksimal fortetting av bestanden i det området som kan redusere årsveksten noe. Generelt er det fortsatt meget god vekst i krypsivbestandene i dette området.

I den uregulerte Kosåna ved Gåseflåkilen ble det også i 2005 funnet årsskudd av krypsiv på samme nivå som før kalking (**Figur 6.1B**). Den markerte utbredelsen fra i fjor hadde holdt seg på samme nivå og indikerer gode vekstforhold. I vassdragets nedre deler på strekningen Trygslund – Finnsdal ble det igjen målt relativt normale årsskudd. Vekstmålingene viser at det i hele perioden med kalking har vært god vekst av krypsiv i hovedvassdraget. På Øyslebø viser målinger av arealutbredelse av krypsiv ved hjelp av undervannsfotografering i transekter, en økning i perioden 1996-2002 (**Figur 6.2**). Etter en beskjeden nedgang både i 2003 og 2004, ble det målt en arealdekning på 2002-nivå i 2005. Situasjonen synes derfor å ha stabilisert seg i dette området.

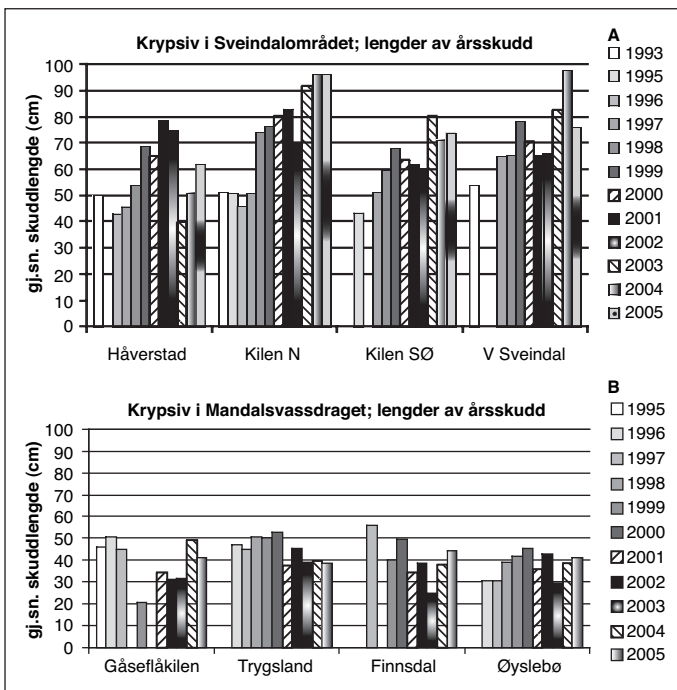
Forekomsten av horntorvmose (*Sphagnum auriculatum*) ser fortsatt ut til å stabilisere seg på et nivå lavere enn før kalking i området Håverstad- Sveindal. Økningen i forekomst av ferskvannsvamp de første årene etter kalking, synes å ha stagnert.

Forsuringsfølsomme arter

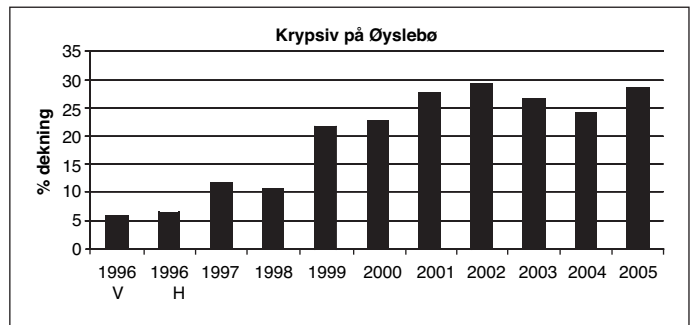
Fram til og med 2000 ble det registrert en sakte men sikker økning i etablering av forsuringsfølsomme arter etter start kalking. I perioden 2001-2004 har disse nyetableringer variert noe i forekomst fra år til år. I 2005 synes fortsatt tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) å være den mest stabile av nyetableringene, mens storblærerot (*Utricularia vulgaris*) og klovasshår (*Callitriche hamulata*) virker å være mer ustabile. Tusenblad hadde økt forekomst på 2 lokaliteter i 2005. Nyetableringen av *Callitriche hamulata* oppstrøms Sveindal bru fra 2004 hadde økt i omfang. Det samme var tilfelle for sylblad (*Subularia aquatica*) på Marnadal (FIN). Det ble gjort en registrering av vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*) ved Sveindal midt inne i en krypsivbestand på et areal renset for krypsiv i 2002. Re-etableringen av forsuringsfølsomme arter går fortsatt langsomt og det er fortsatt stor variasjon fra år til år i de små bestandene.

Hurtigstrømmende partier

Mosevegetasjonen på de mer hurtigstrømmende partiene på de ukalkede referanselokalitetene er fortsatt dominert av den forsuringbegunstigete (acidofile) arten elvetrappemose (*Nardia compressa*). Både elvetrappemose og bekketvebladmose (*Scapania undulata*) ser ut til å trives bra der det er nyetablering av moser på steinsubstrat på de kalkede lokalitetene. Nyetablering av moser har fortsatt liten kvantitativ betydning i form av økt arealutbredelse på disse lokalitetene. I 2005 er det imidlertid tegn til at spesielt elvetrappemosen er blitt mer synlig på de nedre stasjoner. Ellers er forholdet mellom de ulike moser lite endret. Den forsuringsfølsomme *Blindia acuta* og elvemosene *Fontinalis dalecarlica* og *F. antipyretica* viser fortsatt små og noe ustabile forekomster. En forventet fremgang i forekomst av de forsuringsfølsomme elvemosene går fortsatt meget langsomt, selv om de har god vitalitet der de er etablert.



Figur 6.1. Vekst og vitalitet av krypsiv (*Juncus bulbosus*) i Mandalsvassdraget 1993-2005. (A) Stilleflytende områder med massiv krypsiv-tilgroing omkring Sveindal. (B) Nedre del av Mandalsvassdraget, samt sidevassdraget Kosåna (Gåseflåkilen). Kosåna er kalket fra 1996, hovedvassdraget fra 1997. Lokalitetene ved Trygslund, Finnsdal og Øyslebø representerer ±strømløpsformer på stein/grus.



Figur 6.2. Arealdekning av krypsiv på stasjon ØYS (Øyslebø) nederst i Mandalselva i perioden 1996-2005.

6.2 Begroing

Resultatene av de generelle begroingsobservasjonene er vist i **Vedlegg D1**. Som for de øvrige vassdrag der begroingssamfunnet inngår i kalkingsovervåkingen, gis kun korte kommentarer til resultatene.

ISF (indeks for forsuringsfølsomhet) og CCR-mangfold

Tidsutvikling av ISF (indeks for surhetsfølsomhet) og CCR-mangfold (antall taksa av cyanobakterier, grønnalger og rødalger) er vist i **Figur 6.3**. På referanselokalitetene ÅKN og EGS er innslaget av følsomme alger fortsatt meget lavt mens mangfoldet av arter har økt noe. Ved Smeland (SME) som ligger tett opp til kalkdoserer er det bare små innslag av forsuringsfølsomme arter, mens mangfoldet har vært lavt men svakt økende. Periodisk sedimentering av kalk kan være årsak til dårlig respons på denne lokaliteten. I sidevassdraget Kosåna representert ved lokaliteten GÅS, fikk man en markert økning i ISF og mangfold i 2001. Denne situasjonen har holdt seg stabil frem til og med 2005.

Nederst i vassdraget ved Øyslebø (ØYS), et område med avsetninger av marin leire, er ISF noe høyere enn lenger opp i vassdraget. Her var ISF >1 i 2001 og 2004. Her ble det imidlertid et betydelig drop i ISF i 2005, som viser at forholdene kan fortsatt være noe ustabile. På den nest nederste stasjonen Finnsdal (FIN), har ISF vært svakt økende hele tiden og ble > 1 i 2005. Generelt ble det registrert et høyere mangfold av arter i 2005 enn ellers og 5 av 7 lokaliteter fikk nytt maksimum for perioden.

Kiselalger

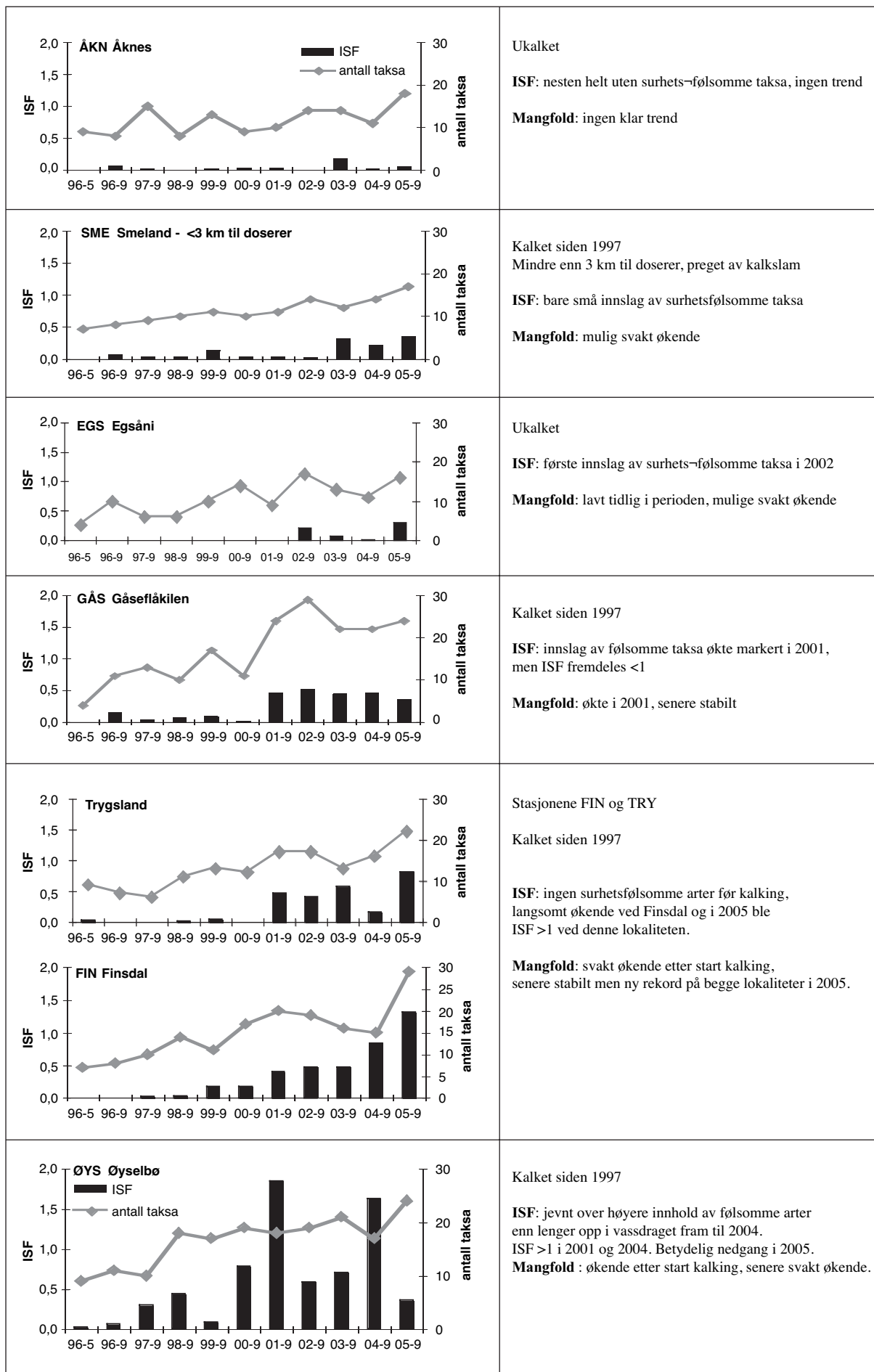
Resultatene av kiselalgeanalysen er vist i **Vedlegg D2**. På grunnlag av prosentvis forekomst av kiselalger er det beregnet pH i henhold til Stevenson m. fl. (1991), **Figur 6.4**. Som anmerket tidligere, beregningene gir noe lavere pH-verdier enn kjemisk målt pH. Dette har bl.a. sammenheng med beregningsgrunnlaget i Stevenson m. fl. (1991), som gir noe lavt pH-optimum for en del arter. Inntil det foretas en revisjon av hele beregningsgrunnlaget vil beregnet pH være noe lav. Dataene er allikevel egnet til å studere tidsutvikling og til å sammenlikne stasjonene innbyrdes.

Det skjer ikke store endringer i kiselalgesamfunnet fra år til år. Bortsett fra noen klare endringer som skjedde på kalkede stasjoner ett til tre år etter oppstart kalking med bl.a. høyere verdier for beregnet pH (**Figur 6.4**), redusert forekomst av slekten *Eunotia* (har mange surhetstolerante arter) (**Figur 6.5**) og etablering av noen forsuringsfølsomme arter (**Figur 6.6** nederst), har det skjedd svært små endringer i kiselalgesamfunnet. Svakt økende forekomst av forsuringsfølsomme arter på ukalkede lokaliteter de senere år,

kan tyde på en liten naturlig forbedring av tilstanden mht. forsu-
ring, **Figur 6.6** øverst. Dette gjelder især lokaliteten ved Åkenes
(ÅKN). Her var det en markert økning i verdien for beregnet pH i
2005, **Figur 6.4**.

Tabell 6.1. Vannvegetasjon på 8 overvåkingsstasjoner (fet stil) og enkelte andre stasjoner i Mandalsvassdraget 8-9. september 2005. Kosåna: **EGS** = Egså (referanse), **GÅS** = Gåseflåkilen N, Hovedvassdraget: **ÅKN** = Åknesstraumen ved Logna (referanse), **SME** = Smeland, **HÅV** = Håverstad S, **KIN** = Kilen N, Sveindal, **KIØ** = Kilen Ø, oppstrøms brua ved Sveindal, **KIL** = Kilen, nedstrøms brua ved Sveindal, **TRY** = Trygslund, Bjelland, **FIN** = Finnsdalsbrua, Marnadal, **ØYS** = Øyslebø. Hyppigheten av artene er angitt etter følgende skala: 1: sjelden (< 5 forekomster), 2: spredt, 3: vanlig, 4: lokalt dominerende, 5: dominerende på store deler av lokaliteten. *= forsuringsfølsomme arter.

	E G S	G Å S	Å K N	S M E	H Å V	K I N	K I Ø	K I L	T R Y	F I N	Ø Y S
KORTSKUDDSPLANTER											
mykt brasmegras <i>Isoetes echinospora</i>		1				2	2			1	
stivt brasmegras <i>Isoetes lacustris</i>		2			1			2	2	2	2
tjønngress <i>Littorella uniflora</i>		3									3
botnegress <i>Lobelia dortmanna</i>		4				1	3	2	2	2	1
evjesoleie <i>Ranunculus reptans</i>					2	2	1				
sylblad <i>Subularia aquatica*</i>										2	
LANGSKUDDSPLANTER											
klovasshår <i>Callitriche hamulata*</i>							3				
krypsiv <i>Juncus bulbosus</i>	2	4	2	2	5	5	5	5	5	3	4
tusenblad <i>Myriophyllum alterniflorum*</i>		1			3	1	2	2	3	2	2
gyttjeblererot <i>Utricularia intermedia</i>	2	3			3	2	2	2	2	1	
småblærerot <i>Utricularia minor</i>		2				3	2	1			
storblærerot <i>Utricularia vulgaris*</i>		2				2	3	3			
FLYTEBLADSPLANTER											
gul nøkkerose <i>Nuphar lutea</i>		1									
vanlig tjønnaks <i>Potamogeton natans*</i>								1			
kysttjønnaks <i>Potamogeton polygonifolius*</i>										1	
flôtgras <i>Sparganium angustifolium</i>		1	1		5	2	4	4	4	2	2
VANNMOSER											
rødmesigdmose <i>Blindia acuta*</i>		1	1	2					1	2	1
kjølelvemose <i>Fontinalis antipyretica*</i>											2
duskelvemose <i>Fontinalis dalecarlica*</i>				1					1		2
mattehutre <i>Marsupella emarginata</i>	2	2	2	1					1	1	1
elvetrappemose <i>Nardia compressa</i>	4	5	5	2	1	1			3	2	3
vanlig bjørnem. <i>Polytrichum commune</i>		2	2	1		1	1		2		
buttgråmose <i>Racomitrium aciculare</i>	2	2	1	1	1	2	1		2	2	1
bekketvebladmose <i>Scapania undulata</i>	1	2	2	2	1	2	1		2	2	2
horntorvmose <i>Sphagnum auriculatum</i>					2	2		2	1		
SVAMPER											
ferskvannsvamp <i>Spongilla</i> sp.		2				1	1	2		1	1



Figur 6.3. Tidsutvikling (1996-2005) av ISF (indeks for surhetsfølsomhet) og CCR-mangfold (antall taksa av cyanobakterier, grønnalger og rødalger) basert på observasjoner av fastsittende alger i Mandalsvassdraget. Tall etter årstall angir måned for prøvetaking.

7 Samlet vurdering

7.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse

Vannkemi

Ved Marnardal lå pH- og kalsiumverdiene omtrent som året før, med verdier på hhv. 6,0-6,4 og 1,2-1,8 mg/L. Prøven tatt 28. februar lå 0,1 pH-enhet under målet, men ellers hadde de andre femten prøvene pH-verdier på eller over pH-målet som er satt for vassdraget. Konsentrasjonene av labilt aluminium var generelt høyere i smoltifiseringsperioden i 2005 (8-35 µg/L) sammenlignet med 2004 (8-10 µg/L). I følge klassifiseringssystemet, som er utarbeidet av Hindar et al. (1997), vil det ved LAI-konsentrasjoner på 20 µg/L eller høyere kunne oppstå betydelig skade på laksesmolt i ferskvann og betydelig skade/moderat dødelighet når fisken vandrer ut i sjøen.

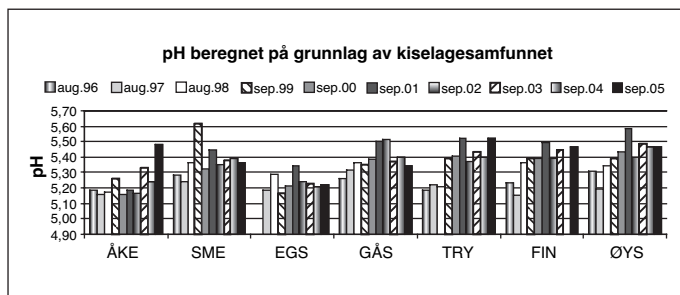
Verdiene fra den kontinuerlige overvåkingen ved Kjølmo (nedstrøms Marnardal) i 2005 viste verdier på eller godt over pH-målet. Det ble ikke registrert perioder hvor døgnmiddel-pH ved Kjølmo lå mer enn 0,1 pH-enhet under det fastsatte målet. På den annen side ble det registrert 107 døgn hvor pH i elva lå mer enn 0,3 over målet, og det kan derfor være et potensiale for å spare kalk i deler av året. pH-verdiene ved Kjølmo ligger gjennomgående høyere enn i stikkprøvene fra overvåkingsstasjonen ved Marnardal. Dette har trolig sammenheng med økt dosering fra det nye anlegget i Høyåna.

I Hesså ble det i likhet med tidligere år registrert flere prøver om våren med pH under 5,5, og ved én anledning (14. februar) var pH helt ned mot 5,0. Resultatene fra 2005 viser at det nye doseringsanlegget Høyåna har gitt mye mer stabil vannkvalitet i de nedre delene av denne sidegrenen med pH >6,0 hele året. pH-verdier >6,5 fra april til september tyder på en viss overdosering av kalk, men dette er i stor grad gjort bevisst for å kompensere for sur avrenning fra ukalkede eller ufullstendig kalkede sidevassdrag på den anadrome strekningen. pH-verdiene ved utløpet av Logåna lå noe lavere enn året før. I siste halvdel av januar var det driftsstopp pga. ombygging på anlegget, og dette oppsto på et særdeles ugunstig tidspunkt med kraftig forsuring i vassdraget. pH-verdiene rett nedstrøms anlegget sank til under 5,0 og det ble rapport om fiske-død som følge av forsuringen. Med unntak av denne perioden synes anlegget å respondere bra på sure episoder som oppsto.

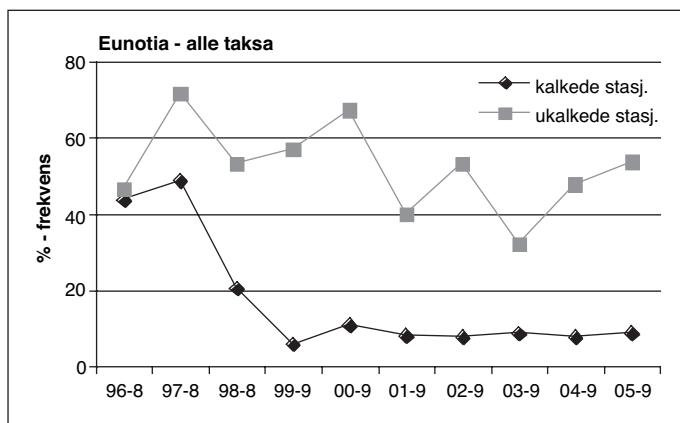
Anadrom fisk

Vannkvaliteten var giftig for fisk i 1995 og 1996, og det ble funnet metallakkumulering på gjelleoverflaten hos ørret før kalking. Senere er det påvist metallakkumulering i varierende mengder bare i gjelleepitelet hos laks og ørret, men dette er likevel et uttrykk for at fisken i perioder har vært eksponert til en suboptimal vannkvalitet. Belastningen har gått noe ned i enkelte av årene etter kalking. Den var riktignok høyere enn forventet i 2003, men i 2004 ble det ikke påvist metallakkumulering i noen del av vassdraget. Det var flere laksunger enn ørretunger som fortsatt hadde noe metallakkumulering i gjelleepitelet i 2005.

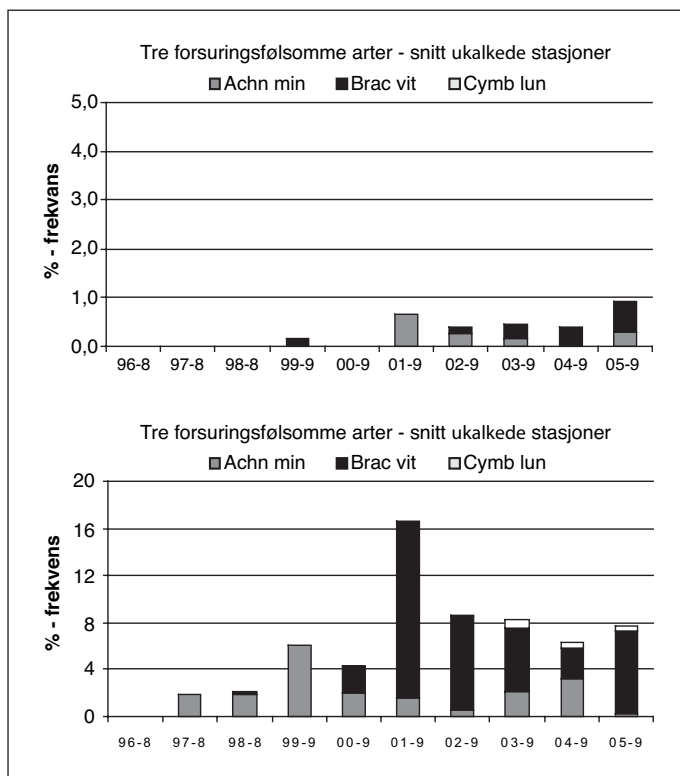
Selv om det ble fisket en del laks på 1970- og 1980-tallet i Mandalselva ble det ikke påvist laksunger i noen del av vassdraget på den tiden. Det ble heller ikke påvist laksunger i Mandalselva i 1995, men allerede i 1998 ble det funnet laksyngel på 11 av 18 stasjoner fordelt på hele den lakseførende strekningen. Senere er det



Figur 6.4. pH beregnet på grunnlag av prosentvis forekomst av kiselalger. Mandalsvassdraget, aug./sep. 1996-2005.



Figur 6.5. Gjennomsnittlig forekomst på kalkede og ukalkede stasjoner av slekten *Eunotia* (alle taksa) og *Tabellaria flocculosa*. Mandalsvassdraget aug./sep. 1996-2005.



Figur 6.6. Gjennomsnittlig forekomst på kalkede og ukalkede stasjoner av 3 kiselalger med pH-optimum >5,7. Mandalsvassdraget aug./sep. 1996-2005. NB! Ulik skala i øvre og nedre figur.

funnet laksyngel på alle stasjonene i vassdraget. Tettheten av laksyngel varierte noe i de fire første årene etter kalking, men i 2002 og 2003 økte tettheten til ca 60 individ pr. 100 m². Det var en nedgang i antall yngel i 2004 og 2005, men den gjennomsnittlige tettheten var likevel 35-40 laksyngel pr. 100 m². Det var sviktende rekruttering på strekningen mellom Laudal og Holum som ga dette utslaget.

Det ble ikke funnet ettårige laksunger i Mandalselva i 1995-97. Men allerede i 1998 ble det funnet eldre laksunger på 44 % av stasjonene, selv om tettheten var lav. Fram til 2004 har gjennomsnittlig tetthet av eldre laksunger økt til 10-15 individ pr. 100 m², og det er funnet eldre laksunger på 89 % av stasjonene. Det var en ytterligere økning i utbredelsen i 2005, og tettheten av eldre laksunger var nær det høyeste som er funnet i vassdraget (13 individ pr. 100 m²). Selv om antall laksunger fortsatt vil variere litt mellom år er laks nå reetablert i hele vassdraget, og utviklingen har vært entydig positiv i forbindelse med kalkingstiltaket.

Ørret har vært utbredt i det meste av vassdraget helt siden undersøkelsene startet i 1995. Tettheten av ørretyngel økte de første årene etter kalking (1998-2000), men senere har tettheten avtatt igjen i alle deler av vassdraget. Gjennomsnittlig tetthet av ørretyngel var bare 7 individ pr. 100 m² i 2005, og dette var den laveste tettheten som er funnet i vassdraget i løpet av de siste elleve årene. Denne utviklingen gjør seg også gjeldende for eldre ørretunger som har avtatt både i utbredelse og tetthet i de siste årene.

Fisk i Mannflåvann

Mannflåvann har fått en livskraftig aurebestand i løpet av få år etter kalking. Det var små forskjeller i fangstene i 2003 og 2005, noe som kan tyde på at bestandstørrelsen har stabilisert seg. Gjennomsnittlig fangstutbyttet (CPUE) var på henholdsvis 14,8 og 16,3 individ i de to åra. Det tilsvarer en middels tett bestand. Etter hvert som auren har økt i antall, har bekkerøya gått tilbake. I 2005 ble det ikke fanget bekkerøye, mot to individ i 2003. Utviklingen i bekkerøyebestanden har vært den samme i Mandalselva, uten fangster på strekningen Kavfossen - Mannflåvann etter år 2000 (Larsen m.fl. 2005). Mannflåvann er nå et viktig oppvekstområde for laksunger, med et gjennomsnittlig utbytte (CPUE) på 13,6 individ (0-3 m dyp) på 12,5 mm. Dette er en middels høy tetthet sammenlikna med den funnet i tre innsjøer i Frafjord/Ognavassdragene (CPUE=0,9-11,1 individ, jfr Lura 2005), men lav i forhold til fangstene i Fotlandsvatnet i Bjerkreimsvassdraget, med 74 individ (Lura 2002). Det har vært en økning i tettheten av laksunger i Mandalselva oppstrøms Mannflåvann de seinere åra. Når disse individene smoltifiserer og vender tilbake som voksne for å gyte, vil de søke til øvre deler av vassdraget. Det vil gi økt og etter hvert mer stabil gytebestand på elvestrekningen nærmest Mannflåvann. Sannsynligvis vil også tettheten av laksunger i innsjøen øke i åra som kommer.

Bunndyr

I 2005 viste forsuringindeksene at deler av Mandalselva fremdeles er sterkt skadet. På tross av dette har den kalkete delen av vassdraget hatt en betydelig bedring i mangfold og utbredelse av forsuringssensitive bunndyr sammenliknet med situasjonen like etter at kalkingen ble startet. Bunndyrsamfunnene i de ukalkete referansestasjonene hadde til dels store skader både vår og høst. Skadene på bunndyrsamfunnene var generelt størst i de øvre delene av vassdraget. Den kalkete delen av vassdraget hadde våren 2005 de høyeste forsuringindeksene som er registrert. Blant annet ble den

sterkt sensitive døgnfluen *Baetis rhodani* for første gang påvist nedstrøms kalkdosereren på Smeland. Betydelig lavere indekser om høsten viser at kalkingen ennå ikke er tilstrekkelig med hensyn på bunndyrsamfunnet. Stasjonene i den nedre delen av vassdraget har fått et betydelig innslag av følsomme arter i de senere år. Kalkingen forventes på sikt å gi Mandalsvassdraget et betydelig forbedringspotensiale med hensyn på diversitet og artsmangfold.

Vannvegetasjon

Makrovegetasjon

En jevnt økende forekomst av enkelte forsuringfølsomme arter i perioden 1996-2005, kan indikere en begynnende re-etablering som en kombinasjonseffekt av en naturlig vannkvalitetsforbedring fra midt på 90-tallet, samt kalkingen, som antas å kunne ha hatt en effekt f.o.m. 1998. Prosessen går imidlertid meget langsomt og det dreier seg foreløpig om svært små og noe ustabile bestander. Tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) er så langt den mest fremtredende av de forsuringfølsomme artene. Krypsivets vekst og vitalitet viser høy grad av stabilitet i perioden 1998-2005. Noe år til år variasjon i tilvekst målt på årsskudd er påvist. Arealutbredelsen har variert noe i områdene der det var massive bestander etablert før kalking. Dette skyldes naturlig variasjon i taps-/ tilvekstprosesser. Krypsiv har fått økt arealutbredelse på lokaliteter nedstrøms Bjelland i perioden etter kalking. Mosevegetasjonen er fortsatt stabil og dominert av elvetrappemose (*Nardia compressa*) på ukalkede lokaliteter. På kalkede lokaliteter synes nå denne å ha fått noe av vitaliteten tilbake, men har fortsatt tapt stort i arealmessig utbredelse i forhold til før kalking. Nyetablering av *Fontinalis* går fortsatt langsomt.

Begroing

De senere år har det skjedd små forandringer i begroingssamfunnet i Mandalsvassdraget. Den positive utviklingen som ble registrert de første 4-5 år etter start kalking, går langsomt videre. Beregninger av ISF (indeks for surhetsfølsomhet) viser ingen vesentlig økning på de fleste lokaliteter, men fikk en markert økning på 2 av de nederste lokaliteter (TRY, FIN) i 2005. ISF er fremdeles <1 på alle lokaliteter med unntak av Øyslebø (ØYS) i 2001 og 2004 og Finnsdal (FIN) i 2005. Økningen i artsmangfold som ble registrert de første år etter start kalking ser også ut til å gå langsomt videre. Den surhetsbegunstigede trådformede grønnalgen *Zygogonium* har som tidligere stor forekomst på referansestasjonene i øvre del av vassdraget (ÅKN, EGS). Siden 2001 har det også vært stor forekomst av denne algen på den kalkede stasjonen GÅS (Gåseflåkilen). Beregninger av pH på grunnlag av kiselalgesamfunnet viser ingen entydig økende trend de senere år, og innslag av surhetsfølsomme kiselalger ser ikke lenger ut til å øke på kalkede stasjoner. Svakt økende forekomst av forsuringfølsomme arter på ukalkede lokaliteter de senere år, kan tyde på en liten naturlig forbedring av tilstanden mht. forsuring.

7.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Doseringen fra de store anleggene i hovedelva ser ut til å fungere stort sett bra; se for øvrig merknader i avviksrapport fra driftskontrollen i vassdraget i 2005 (Høgberget et al. 2006). Etableringen av det nye kalkdoseringsanlegget i Høyeåna bør nå kunne bidra til å redusere eventuell beredskapsmessig overdosering fra Bjelland-anlegget.

Det nye anlegget i Høyeåna ser ut til å virke etter hensikten, dvs. gitt stabil vannkvalitet ved innløpet til Mandalselva. Høye pH-verdier fra april til september tyder på en viss overdosering av kalk, men dette er i stor grad gjort bevisst for å kompensere for sur avrenning fra ukalkede eller ufullstendig kalkede sidevassdrag på den anadrome strekningen. Basert på kontinuerlige pH-data fra Kjølmo har en lyktes med denne strategien i 2005, og det kan trolig også være rom for å redusere sikkerhetsmarginene noe etter hvert.

Driften ved silikat-anlegget i Logåna er under løpende vurdering i forbindelse med driftskontrollen for Mandalsvassdraget. Og i avviksrapporten for 2005 (Høgberget et al. 2006) er det gitt forslag til tiltak for å optimalisere driften ved anlegget.

For å få bedre dokumentasjon på effekten av silikat-doseringen i selve elvevannet, bør silisium og aluminium inkluderes som faste parametre i den rutinemessige overvåkingen av vassdraget. Stasjonene oppstrøms og 100 meter nedstrøms bør benyttes som faste overvåkingspunkter.

8 Referanser

Barlaup, B., Gabrielsen, S.-E., Skoglund, H., Wiers, T & Moen, V. 2005. Utlekking av øyerogn av laks i Kosåna og Lågåna i Mandalsvassdraget. Årsrapport for 2004. – Hesthagen, T. (red.) Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2004. DN-Utredning 2005-10: 14-18.

Berger, H.M. 2000. Ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) i Høyeåna i Mandalsvassdraget i Vest-Agder 1999. – NINA-Oppdragsmelding 633: 1-31.

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - *Hydrobiologia* 173: 9-43.

Brandrud, T.E. og Johansen, S.W. 1997. Tiltak mot krypsiv. Vegetasjonsfjerning i Sveindalområdet i Mandalsvassdraget 1996. NIVA-rapport 3759-97, 26 sider.

Fjellheim, A. and Raddum, G. G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science of the Total Environment*, 96, 57-66.

Fjellheim, A. and Raddum, G. G. 1995. Benthic animal response after liming of three south Norwegian rivers. - *Water Air and Soil Pollution* 85: 931 - 936.

Fjellheim, A. og Raddum, G. G. 2001. Overvåking av bunndyr i Audna. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2000. DN-Notat 2000-2, s.158-166.

Flerbruksplan Mandalsvassdraget 2000. Flerbruksplan Mandalsvassdraget – Forholdet til Agder Energi? Statusrapport desember 2000. – Brosjyre 4 s.

Frost, S., Huni, A. and Kershaw, W.E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.*, 49, 167-173.

Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. 2003. Laksebestanden i Mandalselva - utvikling og historikk før kalking. – i: Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. Laksen er tilbake i kalkede Sørlandselver. Reetableringsprosjektet 1997-2002. DN-utredning 2003-5: 24-27.

Haraldstad, Ø., Matzow, D. & Hestvåg, K. 2003. Om stamfisk, settefiskanlegg og produksjon av utsettingsfisk. – i: Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. Laksen er tilbake i kalkede Sørlandselver. Reetableringsprosjektet 1997-2002. DN-utredning 2003-5: 43-45.

Heggenes, J. & Saltveit, S.J. 1992. Reetablering av fiskebestanden i Mandalselva. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 135: 1-77.

Hesthagen, T. & Johnsen, B.O. 2004. Mandalselva. 6 Fisk i Mannflåvann. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2003. DN-notat 2004-2: 70-71.

Hindar, A. og Enge, E. 2006. Sjøsaltepisoder under vinterstormene i 2005 – påvirkning og effekter på vannkjemi i vassdrag. NIVA-rapport 5114, 48 s.

Hindar, A., Kroglund, F. & Skiple, A. 1997. Forsuringssituasjonen i lakseførende vassdrag på Vestlandet; vurdering av behovet for tiltak. NIVA-rapport 3606, 96 s.

Høgberget, R., Håvardstun, J. og Tveiten, L. 2006. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2005. NIVA-rapport 5210, 27s.

Johansen, S.W. 1993. Krypsiv i Mandalsvassdraget. Status for utbredelse, vurdering av tilgroing og årsaker, samt forslag til tiltak. NIVA-rapp. 2954 (O-93091).

Johnsen, B.O. 2003. Utsetting av énsomrige laksunger i Mandalselva og Tovdalselva: overlevelse, vekst og spredning. - i: Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. Laksen er tilbake i kalkede Sørlandselver. Reetableringsprosjektet 1997-2002. DN-utredning 2003-5: 58-62.

Johnsen, B.O. & Larsen, B.M. 2005. Utsettingsforsøk med énsomrig settefisk i Mandalselva. Reetableringsprosjektet – årsrapport 2004. – NINA Minirapport 107. 13 pp.

Johnsen, B.O., Nøst, T., Møkkelgjerd, P.I. & Larsen, B.M. 1999. Rapport fra Reetableringsprosjektet: Status for laksebestander i kalkede vassdrag. – NINA-Oppdragsmelding 582: 1-79.

Kaste, Ø. og Kroglund, F. 2005. Oppfølgende undersøkelser i Logåna 2005. NIVA-notat 12.9.05, 9 s.

Kaste, Ø., Brandrud, T.E., Larsen, B.M. & Raddum, G.G. 1998. Mandalselva. – Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. DN-notat 1998-1: 58-64.

Kroglund, F., Høgberget, R. og Kaste, Ø. 2005. Silikat-dosering i Logåna, Mandalsvassdraget. Vannkjemi, fiskeforsøk og vurdering av dosemaal. NIVA-notat, 24 sider.

Kvallestad, A. & Larsen, B.M. 1999. Histologisk undersøkning av gjeller frå fisk som del av overvåking av ungfiskbestander i lakseførende vassdrag. - NINA-Fagrapport 36: 1-76.

Larsen, B.M. 2003. Utviklingen i tetthet av laks- og aureunger i Mandalselva og Tovdalselva etter kalking. - S. 52-57 i: Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. (red.). Laksen er tilbake i kalkede Sørlandselver.- Reetableringsprosjektet 1997-2002. Direktoratet for naturforvaltning, Utredning 2003-5.

Larsen, B.M. & Johnsen, B.O. 2006. Reetableringsprosjektet: Utsettingsforsøk med énsomrig settefisk i Mandalselva. Årsrapport 2005. – NINA Minirapport 156. 17 pp.

Larsen, B.M., Andreassen, T., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvallestad, A., Sandodden, R. & Sivertsgård, R. 2001. Mandalselva. 3 Fisk. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2000. DN-notat 2001-2: 61-65.

Larsen, B.M. et al. 2002. Mandalsvassdraget-Fisk. - S. 66-70 i: Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2001. Direktoratet for naturforvaltning, Notat 2002-1.

Larsen, B.M., Berger, H.M., Kleiven, E., Kvallestad, A. & Simonsen, J.H. 2005. Kap 3 Fisk I Mandalselva. – S. 65-69 i: Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter i 2004. DN Notat 2005 - 2.

Larsen, P.A. & Haraldstad, Ø. 1994. Kalkingsplan for Mandalsvassdraget i Vest-Agder. - Flerbruksplan for Mandalsvassdraget. Fagrapport til faggruppe for fisk og forurensning. 57 s.

Lien, L., Henriksen, A., Raddum, G.G. og Fjellheim, V. 1989. Tålegrenser for overflatevann - fisk og evertebrater. Foreløpige vurderinger og videre planer. Tålegrenser for overflatevann, fagrapport nr. 3, Miljøverndepartementet, NIVA-rapport 2373, 32 s.

Lura, H. 2002. Laksesmoltproduksjon i Fotlandsvatnet i Bjerkreimsvassdraget. – Ambio Miljørådgivning, Rapport nr 10009-1.

Lura, H. 2005. Laksesmoltproduksjon i innsjøer i kalka elver i Rogaland. – Ambio Miljørådgivning, Rapport nr 10015-1.

met.no 2006. Nedbørhøyder for 2005 fra meteorologisk stasjon Bjelland, samt normalperioden 1961-1990. Meteorologisk institutt, Oslo.

NVE 2006. Vannføring ved NVE-stasjonen Kjølamo i 2005. Norges vassdrags- og energidirektorat, hydrologisk avdeling, Oslo.

Raddum, G. G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes. In Raddum, G. G., Rosseland, B. O. & Bowman, J. (eds.) Workshop on biological assessment and monitoring; evaluation of models. ICP-Waters Report 50/99, pp.7-16, NIVA, Oslo.

Raddum, G. G. and Fjellheim, A. 2003. Liming of River Audna, Southern Norway. A large scale experiment of benthic invertebrate recovery. AMBIO 32: 230-234.

Raddum, G. G. og Schnell, Ø. A. 1997. Overvåking av bunndyr i Mandalselva. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-Notat 1997-1, pp. 76-80.

Saltveit, S.J. 1980. Skjønn Laudal kraftverk. Fiskeribiologiske forhold i Mandalselva og Mannflåvatn. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 41: 1-46.

Saltveit, S.J. 1984. Fiskeribiologiske undersøkelser i Kosånassdraget i Aust- og Vest-Agder. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 67: 1-21.

Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskbestander og aktuelle mottiltak. – NINA Utredning 10: 1-28.

Stevenson, A.C., Juggins, S., Birks, H.J.B., Anderson, D.S., Battarbee, R.W., Berge, F., Davis, R.B., Flower, R.J., Haworth, E.Y., Jones, V.J., Kingston, J.C., Kreiser, A.M., Line, J.M., Munro, M.A.R. & Renberg, I., 1991. The Surface Waters Acidification Project Paleolimnology Programme: Modern Diatom/Lake-Water Chemistry Data-Set. Ensis, London.

Økland, J. 1990. Lakes and snails. Universal book services, Oegstgeest.

Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi 2005

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	Tot-P	Total fosfor	Syrenøytraliserende kapasitet												
Alk-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	SO4	Sulfat	ANC														
RAI	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO3-N	Nitrat															
ILAI	Ikke-lablilt aluminium	Na	Natrium	NH4-N	Ammonium															
LAI	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-N	Total nitrogen															
Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk-E µekv/L	RAI µg/L	ILAI µg/L	LAI µg/L	TOC mg/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO4 mg/L	NO3-N µg/L	NH4-N µg/L	Tot-N µg/L	Tot-P µg/L	ANC µekv/L
9	Skjerka kraftstasjon	17/01/05	4,88	0,24	0	101	65	36	3,1	1,42	0,11	0,97	0,06	1,65	0,88	76	14	195	4	-6
9	Skjerka kraftstasjon	14/03/05	4,84	0,39	0	81	43	38	2,3	1,67	0,17	1,27	0,06	2,31	0,87	62	9	170	2	3
9	Skjerka kraftstasjon	04/04/05	4,95	0,30	0	77	40	37	1,9	1,57	0,19	1,18	0,06	2,28	0,91	81	13	200	3	-6
9	Skjerka kraftstasjon	14/04/05	4,90	0,26	0	111	35	76	2,8	1,67	0,12	1,36	0,08	2,34	0,96	115	12	340	22	-10
9	Skjerka kraftstasjon	09/05/05	4,95	0,28	0	93	36	57	2,0	1,60	0,13	1,26	0,08	2,29	0,97	115	13	235	3	-11
9	Skjerka kraftstasjon	23/05/05	5,07	0,32	0	84	32	52	2,3	1,64	0,17	1,34	0,10	2,50	1,06	125	20	260	4	-11
9	Skjerka kraftstasjon	31/05/05	5,14	0,29	0	80	35	45	2,3	1,67	0,13	1,30	0,10	2,37	0,98	115	19	255	4	-11
9	Skjerka kraftstasjon	20/06/05	4,96	0,29	0	97	43	54	2,5	1,55	0,14	1,25	0,08	2,22	0,92	100	13	245	3	-7
9	Skjerka kraftstasjon	19/09/05	5,46	0,45	4	27	13	14	1,5	1,37	0,16	1,20	0,10	1,93	1,00	185	<5	320	5	2
9	Skjerka kraftstasjon	17/10/05	5,25	0,38	0	49	19	30	2,1	1,26	0,14	1,15	0,08	1,75	0,93	125	<5	215	8	5
9	Skjerka kraftstasjon	22/11/05	5,18	0,40	0	81	43	38	3,2	1,28	0,14	1,07	0,06	1,66	0,88	93	10	245	5	8
9	Skjerka kraftstasjon	19/12/05	5,21	0,42	0	57	30	27	2,1	1,31	0,15	1,09	0,06	1,67	0,92	175	4	280	6	3
11	Sveindal (nedstr. dos.)	17/01/05	6,03	1,17	23	103	91	12	3,3											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	14/03/05	6,02	1,27	22	81	67	14	2,7											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	04/04/05	6,18	1,22	24	86	70	16	2,6											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	18/04/05	6,17	1,40	25	91	73	18	2,6											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	02/05/05	6,20	1,42	26	107	81	26	3,0											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	16/05/05	6,00	1,05	18	71	54	17	2,5											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	30/05/05	6,04	1,12	13	71	58	13	2,8											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	13/06/05	5,96	1,00	13	78	58	20	2,7											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	19/09/05	6,13	1,08	22	47	42	5	2,6											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	17/10/05	6,16	1,16	27	61	53	8	3,1											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	14/11/05	6,12	1,08	27	83	58	25	4,1											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	12/12/05	5,97	1,03	21	94	86	8	4,8											

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk-E µekv/L	RAI µg/L	ILAI µg/L	LAI µg/L	TOC mg/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO4 mg/L	NO3-N µg/L	NH4-N µg/L	Tot-N µg/L	Tot-P µg/L	ANC µekv/L
13	Kosána, utløp	17/01/05	5,54	1,27	9	146	122	24	4,1											
13	Kosána, utløp	14/03/05	5,77	1,65	11	122	95	27	3,4											
13	Kosána, utløp	04/04/05	5,93	1,52	9	122	96	26	3,3											
13	Kosána, utløp	18/04/05	6,25	1,83	25	112	100	12	3,2											
13	Kosána, utløp	02/05/05	6,39	1,91	36	93	73	20	3,2											
13	Kosána, utløp	16/05/05	6,40	2,00	42	63	49	14	3,1											
13	Kosána, utløp	30/05/05	6,43	2,06	37	84	75	9	4,2											
13	Kosána, utløp	13/06/05	6,52	2,27	50	81	68	13	4,1											
13	Kosána, utløp	19/09/05	6,64	2,47	68	67	62	5	5,3											
13	Kosána, utløp	17/10/05	6,61	2,42	65	75	67	8	5,9											
13	Kosána, utløp	14/11/05	6,27	1,80	41	123	97	26	7,4											
13	Kosána, utløp	12/12/05	5,92	1,59	25	150	141	9	7,4											
5	Bjelland	17/01/05	6,65	2,84	74	111	95	16	3,6											
5	Bjelland	14/03/05	6,29	1,60	38	79	66	13	2,6											
5	Bjelland	04/04/05	6,26	1,44	27	88	72	16	2,7											
5	Bjelland	18/04/05	6,29	1,61	29	92	81	11	2,6											
5	Bjelland	02/05/05	6,41	1,62	38	99	78	21	2,9											
5	Bjelland	16/05/05	6,20	1,35	25	64	50	14	2,5											
5	Bjelland	30/05/05	6,21	1,42	21	91	81	10	3,1											
5	Bjelland	13/06/05	6,15	1,26	21	69	54	15	2,8											
5	Bjelland	19/09/05	6,34	1,36	31	50	45	5	2,9											
5	Bjelland	17/10/05	6,34	1,55	38	55	48	7	3,6											
5	Bjelland	14/11/05	6,33	1,60	39	90	68	22	5,1											
5	Bjelland	12/12/05	5,94	1,05	21	107	96	11	4,7											
3	Høyenána, utløp	17/01/05	6,28	2,18	40	153	140	13	4,8											
3	Høyenána, utløp	14/03/05	6,19	2,98	27	137	115	22	3,8											
3	Høyenána, utløp	04/04/05	6,23	2,44	29	150	127	23	3,6											
3	Høyenána, utløp	18/04/05	6,43	2,83	46	139	126	13	3,5											
3	Høyenána, utløp	02/05/05	6,77	3,36	88	108	87	21	3,4											
3	Høyenána, utløp	16/05/05	6,72	3,55	104	68	45	23	3,1											
3	Høyenána, utløp	30/05/05	6,43	2,52	37	88	81	7	3,5											
3	Høyenána, utløp	13/06/05	6,70	3,16	69	87	68	19	3,2											
3	Høyenána, utløp	19/09/05	6,70	3,01	80	30	26	4	3,0											
3	Høyenána, utløp	17/10/05	6,70	2,78	71	42	27	15	3,8											
3	Høyenána, utløp	14/11/05	6,48	2,17	52	107	88	19	5,6											
3	Høyenána, utløp	12/12/05	6,37	2,26	44	123	119	4	5,6											

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk-E µekv/L	RAI µg/L	ILAI µg/L	LAI µg/L	TOC mg/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO4 mg/L	NO3-N µg/L	NH4-N µg/L	Tot-N µg/L	Tot-P µg/L	ANC µekv/L
11.1	Marnardal	17/01/05	6,13	1,49	28	119	102	17	3,6	2,04	0,23	1,66	0,13	3,39	1,30	93	11	225		39
11.1	Marnardal	14/02/05	6,09	1,68	25	109	94	15	3,0	2,37	0,24	1,90	0,16	4,07	1,35	125	17	260		38
11.1	Marnardal	28/02/05	6,10	1,45	27	84	73	11	2,9	1,75	0,21	1,35	0,11	2,61	1,11	96	14	215		48
11.1	Marnardal	14/03/05	6,25	1,62	32	82	65	17	2,7	1,73	0,14	1,30	0,10	2,54	1,09	89	10	215		51
11.1	Marnardal	04/04/05	6,21	1,64	24	104	87	17	2,8	2,07	0,24	1,66	0,15	3,44	1,26	99	11	250		47
11.1	Marnardal	18/04/05	6,19	1,51	30	96	61	35	2,8	2,00	0,20	1,38	0,12	3,05	1,25	100	15	225		36
11.1	Marnardal	02/05/05	6,44	1,81	36	90	69	21	2,7	2,06	0,19	1,53	0,15	2,90	1,33	99	11	245		60
11.1	Marnardal	16/05/05	6,26	1,48	28	70	53	17	2,6	1,77	0,16	1,37	0,14	2,64	1,28	105	8	175		42
11.1	Marnardal	30/05/05	6,23	1,62	23	73	65	8	3,2	2,00	0,22	1,65	0,15	3,07	1,35	115	12	265		52
11.1	Marnardal	13/06/05	6,16	1,40	20	71	59	12	2,9	1,75	0,20	1,52	0,14	2,64	1,29	105	9	230		47
11.1	Marnardal	11/07/05	6,36	1,34	29	49	44	5	2,6	1,62	0,18	1,33	0,14	2,29	1,12	86	6	225		49
11.1	Marnardal	15/08/05	6,36	1,56	40	41	32	9	2,6	1,77	0,15	1,39	0,16	2,28	1,24	89	<5	220		58
11.1	Marnardal	19/09/05	6,28	1,50	31	54	48	6	2,9	1,69	0,19	1,38	0,14	2,30	1,20	96	9	265		57
11.1	Marnardal	17/10/05	6,35	1,78	37	62	50	12	3,8	1,96	0,24	1,56	0,19	2,71	1,42	105	14	280		68
11.1	Marnardal	14/11/05	5,95	1,40	26	100	80	20	5,4	1,95	0,22	1,61	0,15	2,49	1,44	105	18	300		54
11.1	Marnardal	12/12/05	5,97	1,15	21	99	88	11	4,2	1,61	0,19	1,33	0,12	2,20	1,27	110	18	275		38

Vedlegg B. Primærdata – fisk

Vedlegg B1. Fangst av fisk ved elfiske og beregnet tetthet av laks og ørret i Mandalselva 8.-9.8. og 20.-21.8.05.

		Fangst				Beregnet tetthet/100 m²				
St.	Areal m²	Laks		Ørret		Laks		Ørret		Andre arter
		0+	≥1+	0+	≥1+	0+	≥1+	0+	≥1+	
1	145	6	7	19	9	5,2	4,9	13,8	6,4	Ål
2	145	43*	54*	5	2	40,9	42,0	3,5	1,4	
3	150	42	67	7	3	36,6	47,7	5,3	2,0	
4	120	66	33	2	1	81,8	38,3	1,7	0,8	
5	105	149	11	8	0	183,9	10,5	8,7	0	
6	160	12	16	44	3	9,5	10,6	33,5	1,9	
7	110	19	12	18	4	20,9	12,5	20,7	4,0	
8	140	94	17	14	1	88,0	12,4	11,4	0,7	
9	120	6*	13	4	3	5,4	11,0	3,4	2,5	Ål
10	120	46*	12*	1	2	48,9	18,8	0,8	1,7	Ål
11	150	11	10	7	8	7,4	7,6	5,3	6,4	
12	124	43	15	2	2	39,6	12,3	1,8	1,8	Ål
13	120	44	8	1	0	41,1	6,9	1,0	0	Niøye Trepigget stingsild
14	140	14	6	4	0	16,0	4,4	4,2	0	
15	120	17	9	0	1	19,0	8,0	0	1,0	Trepigget stingsild
16	133	12	1	0	0	13,2	0,8	0	0	
17	150	15	0	0	0	10,2	0	0	0	
18	150	15	1	1	0	10,7	0,7	0,8	0	
1-18	2402	654	292	137	39	35,2 ± 3,4	13,3 ± 0,7	6,7 ± 0,9	1,7 ± 0,2	
Gj.sn.						37,7 ± 44,1	13,9 ± 14,2	6,4 ± 8,8	1,7 ± 2,0	

* Inkluderer settefisk som stammer fra utsetninger i vassdraget i 2004 og/eller 2005; til sammen 54 laksyngel og 8 ettårig laksunger

Vedlegg B2. Utbredelse og tetthet av laks og ørret i Mandalsleva – lakseførende del - 1995-2004. Utbredelse er angitt som prosentandel av stasjonene som hadde den aktuelle arten og aldersgruppen. Tetthet 1 er beregnet ved å summere respektiv fangst i de tre omgangene på alle de avfiskede stasjonene i henhold til Bohlin et al. (1989). Tetthet 2 er gjennomsnittlig tetthet av de beregnede tettheter på alle enkeltstasjonene. Tetthet 1, tetthet 2, median og min. og max. tetthet er angitt som antall individer pr. 100 m². For tetthet 1 og tetthet 2 er standardviket angitt i parentes.

ÅR	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Dato	18.-19.8.	7.-9.8.	5.-6.8.	11.-13.8.	4.-7.8.	17.-18.8., 25.-27.8.	6.-8.8.
Ant. stasjoner	18	18	18	18	18	18	18
Areal, m ²	3184	3178	3176	2621	2632	2380	2149
LAKS 0+							
Utbredelse	0	11	44	61	94	94	89
Tetthet 1	0	0,2 (0,3)	1,3 (1,1)	4,5 (0,4)	21,4 (1,9)	14,1 (2,1)	10,1 (0,9)
Tetthet 2	0	0,1 (0,4)	1,4 (3,9)	5,6 (9,4)	23,0 (21,5)	14,3 (17,2)	12,0 (12,3)
Median	0	0	0	0,9	16,5	12,1	7,7
Min. tetthet	0	0	0	0	0	0	0
Maks. tetthet	0	1,6	16,7	35,1	65,8	70,9	40,1
LAKS ≥1+							
Utbredelse	0	0	0	44	67	83	89
Tetthet 1	0	0	0	1,7 (0,4)	3,6 (0,3)	5,5 (0,4)	5,0 (0,3)
Tetthet 2	0	0	0	2,2 (6,6)	3,8 (5,3)	5,7 (7,0)	5,6 (5,2)
Median	0	0	0	0	1,8	3,2	4,5
Min. tetthet	0	0	0	0	0	0	0
Maks. tetthet	0	0	0	29,1	20,6	28,3	14,7
ØRRET 0+							
Utbredelse	83	94	100	83	94	94	89
Tetthet 1	14,3 (1,3)	13,7 (1,1)	11,2 (1,0)	17,3 (0,8)	22,8 (1,5)	20,4 (2,6)	10,1 (1,0)
Tetthet 2	15,4 (13,2)	13,4 (14,4)	12,8 (12,6)	19,5 (19,5)	24,3 (17,7)	20,7 (19,7)	10,6 (11,1)
Median	14,2	10,7	9,6	16,1	19,0	15,2	5,6
Min. tetthet	0	0	0,4	0	0	0	0
Maks. tetthet	38,2	52,8	48,7	68,2	64,0	69,3	33,5
ØRRET ≥1+							
Utbredelse	33	44	39	67	78	61	61
Tetthet 1	0,6 (0,2)	1,1 (0,1)	1,1 (0,1)	2,8 (0,2)	4,8 (0,4)	6,1 (0,5)	4,0 (0,7)
Tetthet 2	0,6 (1,2)	1,3 (2,3)	1,3 (2,0)	3,0 (4,2)	4,8 (4,9)	5,8 (6,7)	4,7 (5,5)
Median	0	0	0	0,8	3,1	4,5	3,7
Min. tetthet	0	0	0	0	0	0	0
Maks. tetthet	4,4	8,4	5,6	15,7	20,3	23,0	17,8

Vedlegg B2. forts.

ÅR	2002	2003	2004	2005
Dato	6.-9.8., 12.8.	22.-23.8., 27.8.	6.-9.8.	8.-9.8., 20.-21.8
Ant. stasjoner	18	18	18	18
Areal, m ²	2365	2369	2423	2402

LAKS 0+

Utbredelse	100	100	100	100
Tetthet 1	54,1 (4,5)	64,0 (4,7)	39,9 (2,5)	35,2 (3,4)
Tetthet 2	50,8 (35,0)	68,7 (54,1)	45,0 (53,4)	37,7 (44,1)
Median	42,9	59,7	25,9	20,0
Min. tetthet	7,3	2,0	1,5	5,2
Maks. tetthet	154,9	190,8	186,3	183,9

LAKS ≥1+

Utbredelse	89	89	89	94
Tetthet 1	9,0 (0,4)	14,4 (0,5)	10,8 (0,4)	13,3 (0,7)
Tetthet 2	8,5 (10,7)	14,6 (19,0)	10,9 (11,3)	13,9 (14,2)
Median	4,8	9,7	5,8	10,6
Min. tetthet	0	0	0	0
Maks. tetthet	34,6	72,4	34,0	47,7

ØRRET 0+

Utbredelse	94	94	83	83
Tetthet 1	7,7 (0,9)	11,7 (1,3)	8,4 (1,1)	6,7 (0,9)
Tetthet 2	8,1 (7,9)	13,4 (15,0)	8,9 (8,8)	6,4 (8,8)
Median	5,4	7,3	6,7	3,5
Min. tetthet	0	0	0	0
Maks. tetthet	26,2	56,0	28,2	33,5

ØRRET ≥1+

Utbredelse	56	44	50	67
Tetthet 1	1,8 (0,1)	1,9 (0,1)	1,8 (0,3)	1,7 (0,2)
Tetthet 2	1,7 (2,8)	1,9 (3,6)	1,7 (2,7)	1,7 (2,0)
Median	0,8	0	0,4	1,2
Min. tetthet	0	0	0	0
Maks. tetthet	10,0	14,5	10,9	6,4

Vedlegg C. Primærdata - bunndyr

C1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Mandalselva 02.06.05.

Stasjon	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10	St. 11	St. 12	St. 13	St. 14	St. 15
Nematoda	2	2	1		6		5					4		2	1
Oligochaeta	14	7	50	4	17	14	4		3	1	4	2	15	8	25
Acari				8	2	3	3	7	8	7	2	4	1	3	3
Bivalvia															
* <i>Pisidium</i> sp.							1		1				3	2	1
Ephemeroptera															
*** <i>Baetis rhodani</i>			1				4		2		33	4	10		50
*** <i>Baetis fuscatus/scambus</i>					1								10		54
*** <i>Baetis vernus/subalpinus</i>															50
*** <i>Baetis</i> sp.					1		5		1	43			5		
** <i>Siphonurus</i> sp.						1									
<i>Leptophlebia vespertina</i>					5	2				1					
<i>Leptophlebia marginata</i>			1	2	11				1						
Plecoptera															
<i>Amphinemura borealis</i>	2	9	1	5			15	3	6			20	2	7	9
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	1	1		1				2			1	1	1		
<i>Amphinemura standfussi</i>	1			2				9		1					
<i>Amphinemura</i> sp.									1		11				
<i>Brachyptera risi</i>				1											
<i>Leuctra hippopus</i>				3											
<i>Leuctra fusca</i>				51		17									
<i>Leuctra</i> sp.	5	5							8	3	15		4	7	9
<i>Nemoura cinerea</i>	1							2			1				
<i>Nemurella pictetii</i>								3							
<i>Nemouridae</i> indet.	1					2	1		1	1	1	2	1		
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>											1				
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		1	2	1											
** <i>Isoperla</i> sp.		3		3					1					2	
** <i>Perlodidae</i> indet.							1					1			
Trichoptera															
<i>Limnephilidae</i> indet			3		3			2							
<i>Molannodes tinctus</i>					7										
<i>Rhyacophila nubila</i> larve		3		1			2			7	4		4	4	8
<i>Rhyacophila nubila</i> puppe										1					
<i>Oxyethira</i> sp.					5				1			1			
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>				12	1	4			4				9	1	
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		1		4				3					1		
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	1			5		2							1		
<i>Polycentropodidae</i> indet.					1				1						
<i>Potamophylax</i> sp.															1
<i>Ceraclea</i> sp.													2		
** <i>Oecetis testacea</i>													1		
** <i>Wormaldia</i> sp.							26						22		
** <i>Lepidostoma hirtum</i>									1			3			
** <i>Hydropsyche siltalai</i>									5			2	28		5
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>												3			
** <i>Hydropsyche</i> sp.													1		
Chironomidae larver	103	203	18	99	156	200	30	73	55	63	98	31	90	32	96
Chironomidae puppe	1			6	1	6	1			1		1			3
Ceratopogonidae			3	2	34	2					1		17	10	4
Simuliidae	190	6		3		3	1		2	3	8	8		3	
Tipuloidea		1	5	1		2									
Diptera			1	2	1				5		4	1	18		2
Coleoptera							1		6	10	18	2	1	10	18
Sialis						1									
Collembola							48	2							
Anisoptera															
Crustacea															
<i>Bosmina</i> sp.			22	32			2					1			
<i>Cyclopoida</i> indet			13	3	4							1			
<i>Calanoida</i> indet			3												
<i>Chydoridae</i> indet.					1										
<i>Holopedium gibberum</i>			1	13											
Ostracoda			1								1			1	
<i>Eurycercus lamellatus</i>					3										
Sum	322	242	126	264	260	259	150	106	113	142	203	92	247	92	339
Forsuringsindeks 1	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0	1	1	1	1	1	0,5	1
Forsuringsindeks 2	0,50	0,50	0,83	0,50	1,00	0,50	1,00	0,00	0,69	1,00	1,00	0,67	1,00	0,50	1,00

*** Meget følsom, ** Moderat følsom, * Lite følsom

C2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Mandalselva 14.09.05.

Stasjon	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10	St. 11	St. 12	St. 13	St. 14	St. 15
Nematoda	6	1	4		4		1			1		1	3		
Oligochaeta	23	7	78	1	14	5	2	1	2	5	9		9	1	10
Acari	5	6		4	6	7		1	4	4	5	2	5	10	1
Bivalvia															
* <i>Pisidium</i> sp.			1				1								
Ephemeroptera															
*** <i>Baetis rhodani</i>							35		3	3	34		14	5	50
*** <i>Baetis fuscatus/scambus</i>															5
*** <i>Baetis</i> sp.													1		
<i>Leptophlebia vespertina</i>	7				1					21					
<i>Leptophlebia marginata</i>	5	1		2						19					
<i>Leptophlebia</i> sp.		2		1	52			1	9						
Plecoptera															
<i>Amphinemura borealis</i>		4				8	1		24	8	21	3	10	30	84
<i>Amphinemura sulcicollis</i>						2				2	10			14	1
<i>Brachyptera risi</i>		1						2		1	10				
<i>Leuctra hippopus</i>		2		2		20		3	6	21	88	1	3	10	
<i>Leuctra</i> sp.			1			1					1				1
<i>Nemoura cinerea</i>									4						
<i>Nemoura avicularis</i>					2				4		3				
<i>Protonemura meyeri</i>							2		8		19	1	2	38	1
<i>Nemouridae</i> indet.										1					1
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		1								6	1				
** <i>Isoperla</i> sp.		3		1						2				7	
** <i>Perlodidae</i> indet.															
Trichoptera															
<i>Limnephilidae</i> indet	1		4							4	3				
<i>Mystacides azurea</i>														1	
<i>Molannodes tinctus</i>	1														
<i>Rhyacophila nubila</i> larve							4			3	2			1	9
<i>Oxyethira</i> sp.		10		6	6				15		2	2	4		
<i>Polycentropus flavomaculatus</i> 23		18		47	1	2			2		9	1		2	3
<i>Polycentropus irroratus</i>															1
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	3	1		1						9	3				
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	17			24		1						6			
<i>Polycentropodidae</i> indet.		6		2	3	1			4					1	
<i>Leptoceridae</i> indet.			1		2		1								
** <i>Oecetis testacea</i>							1							2	
** <i>Lepidostoma hirtum</i>		2					3		3	1		1	2	15	14
** <i>Tinodes waeneri</i>									1						
** <i>Hydropsyche siltalai</i>							39						4	19	60
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>							5						3	1	
** <i>Hydropsyche</i> sp.							7		1		1	1	5	1	1
Chironomidae larver	96	44	25	239	87	96	16	11	63	135	192	20	87	117	124
Chironomidae puppe		1									2				
Ceratopogonidae					19			1		2	2		4	1	
Simuliidae		1				1	4		1	2	21	1	1	27	8
Tipuloidea		8	6	1		2			1	4	1	1		1	
Diptera		2		2		4	1	3		1	5	1	3		3
Coleoptera									15	15	3		2	20	14
Collembola								2							
Anisoptera													1		
Crustacea															
<i>Bosmina</i> sp.	1		4												
<i>Cyclopoida</i> indet	2		1	2	41	1									
<i>Calanoida</i> indet			6												
<i>Chydoridae</i> indet.	4	6	1	2	8	1	2					4	2	1	
<i>Illiocryptus</i> sp.			1												
Ostracoda			1		3										
<i>Daphnidae</i> indet.															
<i>Macrotrichidae</i> indet.					43										
<i>Eurycercus lamellatus</i>	1				8					6				1	
Sum	195	127	134	337	300	152	125	25	170	276	447	46	165	326	391
Forsuringsindeks 1	0	0,5	0,25	0,5	0	0	1	0	1	1	1	0,5	1	1	1
Forsuringsindeks 2	0,00	0,50	0,25	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,54	0,52	0,65	0,50	0,64	0,53	0,87

*** Meget følsom, ** Moderat følsom, * Lite følsom

Vedlegg D. Primærdata - begroing

Vedlegg D1. Begroingsorganismer i Mandalsvassdraget 8.-9. september 2005.

1 JAO EGS = Mandal, Egså		JAO	JAO	JAO	JAO	JAO	JAO	JAO
2 JAO FIN = Mandal, Finnsdal		EGS	FIN	GÅS	SME	TRY	ØYS	ÅKN
3 JAO GÅS = Mandal, Gåsland, Kosåna nord								
4 JAO SME = Mandal, Smeland								
5 JAO TRY = Mandal, Trygsland								
6 JAO ØYS = Mandal, Øyslebø		2005	2005	2005	2005	2005	2005	2005
7 JAO ÅKN = Mandal, Åknes	SF	9.09	8.09	9.09	8.09	8.09	8.09	8.09
Cyanobakterier (Cyanophyceae)								
Ammatoidea sp.				x	x			xx
Calothrix spp.	0,5		x	x	x			
Capsosira brebisonii				<1				
Chamaesiphon rostaffinskii (c.v.elongata)	0,75		x			x		
Chamaesiphon spp.					x			
Clastidium setigerum	0,75		x			x		
Coleodesmium sagarmathae	0,5		xx				xx	
Cyanophanon mirabile	0,5		x			x		
Gloeocapsopsis magma		xxx	x	xx			x	x
Hapalosiphon fontinalis		x	x					
Hapalosiphon hibernicus				x				
Homoeothrix gul (liten og kort, skjede: gul basis-grå ende)					x			
Homoeothrix spp.						x		
Merismopedia punctata				x			x	
Pseudoscytonema spp				xx			x	
Schizothrix spp.			xxx		x	xxx	xxx	xx
Scytonema mirabile			x	5				
Scytonematopsis starmachii		5	xx	xx	xx			5
Stigonema mamillosum	0,25	x	1				<1	
Stigonema minutum	0,25	x		xxx				
Stigonema multipartitum				1				1
Uidentifiserte coccale blågrønnalger		x		x	xxx	xx	xx	xxx
Uidentifiserte trichale blågrønnalger			xxx	xxx		xxx	xx	x
Antall taksa - Cyanobakterier		6	13	13	6	7	8	7
Grønnalger (Chlorophyceae)								
Bambusina brebissonii				x				
Binuclearia tectorum		x	x	x		x	xx	x
Bulbochaete spp.	0,5	x	<1	x	x	<1	5	
Chaetophorales ubestemt					xx			
Chaetospaeridium sp.			x					
Closterium spp.			x			x	x	
Cosmarium spp.			x		x	x	x	
Euastrum elegans			x				x	
Hormidium rivulare	0,25		x		x		xx	<1
Microspora palustris		x	2		xx	xxx	1	xxx
Microspora palustris var minor			x		xxx	x	xx	xxx
Mougeotia a (6 -12u)		xx	xx	x	x	xxx	xx	<1
Mougeotia a/b (10-18u)		x		x		x	x	x
Mougeotiopsis calospora		xx						
Oedogonium a (5-11u)			x	x		x	x	
Oedogonium b (13-18u)	0,25			x		x		
Penium spp.		x	xx	x	x	x	x	x
Uidentifiserte coccale grønnalger					<1			x
Uidentifiserte trådformede grønnalger								
Zygogonium sp3 (16-20u)		40	1	70	5	2	1	70
Antall taksa - Grønnalger		8	13	9	10	12	13	9

Vedlegg D1. Forts.

Gullalger (Chrysophyceae)

Epiphyxis spp.

		x			xxx	xx	
Antall taksa - Gullalger	0	1	0	0	1	1	0

Kiselalger (Bacillariophyceae)

Eunotia curvata

Tabellaria flocculosa

	xx						
	0,25	xxx	5	xx	xx	5	25
Antall taksa - Kiselalger	2	1	1	1	1	1	1

Rødalger (Rhodophyceae)

Barachospermum keratophytum

	40	3	25		1	5	40
Antall taksa - Rødalger	1	1	1	0	1	1	1

Nedbrytere (Saprophyta)

Ophrydium versatile

Vorticella spp

			<1				
	x		x			x	x
Antall taksa - Nedbrytere	1	0	2	0	0	1	1

Diverse (Diverse)

Detritus

				1		xxx	
Antall taksa - Diverse	0	0	0	1	0	1	0

Tegnforklaring: Tallene angir prosentvis dekning på lokaliteten av makroskopisk synlige organismer. Organismer som vokser på/blant disse er angitt ved: *=observert, **=vanlig, ***=hyppig

