

Audna

Koordinator: Mona Weideborg, Aquateam

1 Innledning

1.1 Områdebeskrivelse

Nøkkeldata

Vassdragsnr:	023.Z
Fylke, kommuner:	Vest-Agder fylke, Audnedal og Lindesnes kommuner
Areal, nedbørfelt:	450 km ²
Regulering:	Trylandselva
Middelvannføring:	Ca 20 m ³ sek ⁻¹
Lakseførende strekning:	Ca 30 km fra brakkvannssonen ved Bustad til utløpet av Ytre Øydnavatn.
Kalket siden:	1985

Audnadalsvassdraget renner gjennom Audnedalen i Audnedal og Lindesnes kommuner. Audna har sitt utspring i Grinheimsvatnet øverst i Audnedalen, renner gjennom Øvre- og Ytre Øydnavatn og munner ut i Sniksfjorden. Av elvas lengde på ca 55 km er den laks- og sjøauførende strekningen ca. 30 km fra brakkvannssonen ved Bustad til utløpet av Ytre Øydnavatn. Store deler av elva er jevnt helende med grus- og steinbunn, med unntak av relativt kraftige stryk fra Tryland til Gislefoss. Det 450 km² store nedbørfeltet er dominert av gneiser og granitter. Trylandselva, som er et sidevassdrag som renner inn i hovedløpet ved Tryland, har vært regulert siden 1922.

1.2 Kalkingsstrategi

Bakgrunn for tiltak:	Laksebestanden døde ut på 1970-tallet grunnet foruring.
Biologisk mål:	Å sikre en vannkvalitet som muliggjør reproduksjon av laks og andre organismer. Et langsiktig mål er at fiskebestandene skal opp på et nivå som er naturlig for vassdraget uten forurensning.
Vannkvalitetsmål:	pH 6,2 i perioden 15.02-31.03, pH 6,4 i perioden 01.04-31.05 og pH 6,0 resten av året.
Kalkingsstrategi:	Kalking med to doseringsanlegg (Stedjan og Tryland) siden 1985, Ytre Øydnavatn ble kalket med 890 tonn kalksteinsmel i 1985, og siden 1994 har det hvert år blitt kalket i ulike innsjøer og bekker i vassdraget.

1.3 Kalking i 2007

Kalkingsdata er innhentet fra Fylkesmannen i Vest-Agder v/miljøvernavdelingen

Kalk benyttet ved de ulike dosererne de siste 3 årene er vist i **Tabell 1.1**.

Tabell 1.1. Kalkforbruk i tonn i Audna i 1994, 2005, 2006 og 2007. Det ble benyttet kalktype NK3 ved dosererne. Tallene i parentes er antall kalkede innsjøer.

År	1994	2005	2006	2007
Doserer v/ Tryland	2000	256	630	679
Doserer v/ Stedjan	1700	930	1026	410
Innsjøer	-	125	211 (19)	272 (25)
Sum	3700	1186	1867	1361

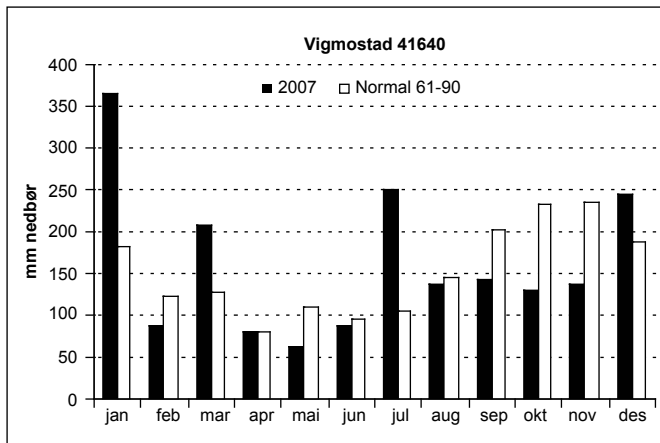
I 2007 ble det tilført 679 tonn NK3-kalk til dosereren ved Tryland, og 410 tonn NK3-kalk ved Stedjan. Det ble benyttet ca. 7% mer kalk ved Tryland i 2007 enn forrige år, og ca. 60% mindre kalk ved Stedjan enn forrige år. Nedbøren var ca. 20% lavere i 2007 enn forrige år. Vannføringen forventes dermed også å være lavere. Det har vært en generell nedgang i mengde tilført kalk ved begge doseringsanleggene siden begynnelsen av 1990-tallet. Nedgangen har vært størst ved Tryland hvor det på det meste har vært tilført over 2000 tonn kalk (1994), og ved Stedjan ble det samme år tilført 1700 tonn kalk. Etter det har mengden tilført kalk gått ned.

Det ble i tillegg tilført 272 tonn kalksteinsmel i innsjøene i 2007, noe som er litt i overkant av hva som er tilført tidligere. Det ble lagt ut skjellsand høyt oppe i Våråna.

1.4 Hydrologi i 2007

Meteorologisk stasjon ved Vigmostad (**Figur 1.1**)

Årsnedbør 2007:	1936 mm
Normalt:	1820 mm
% av normalen:	106



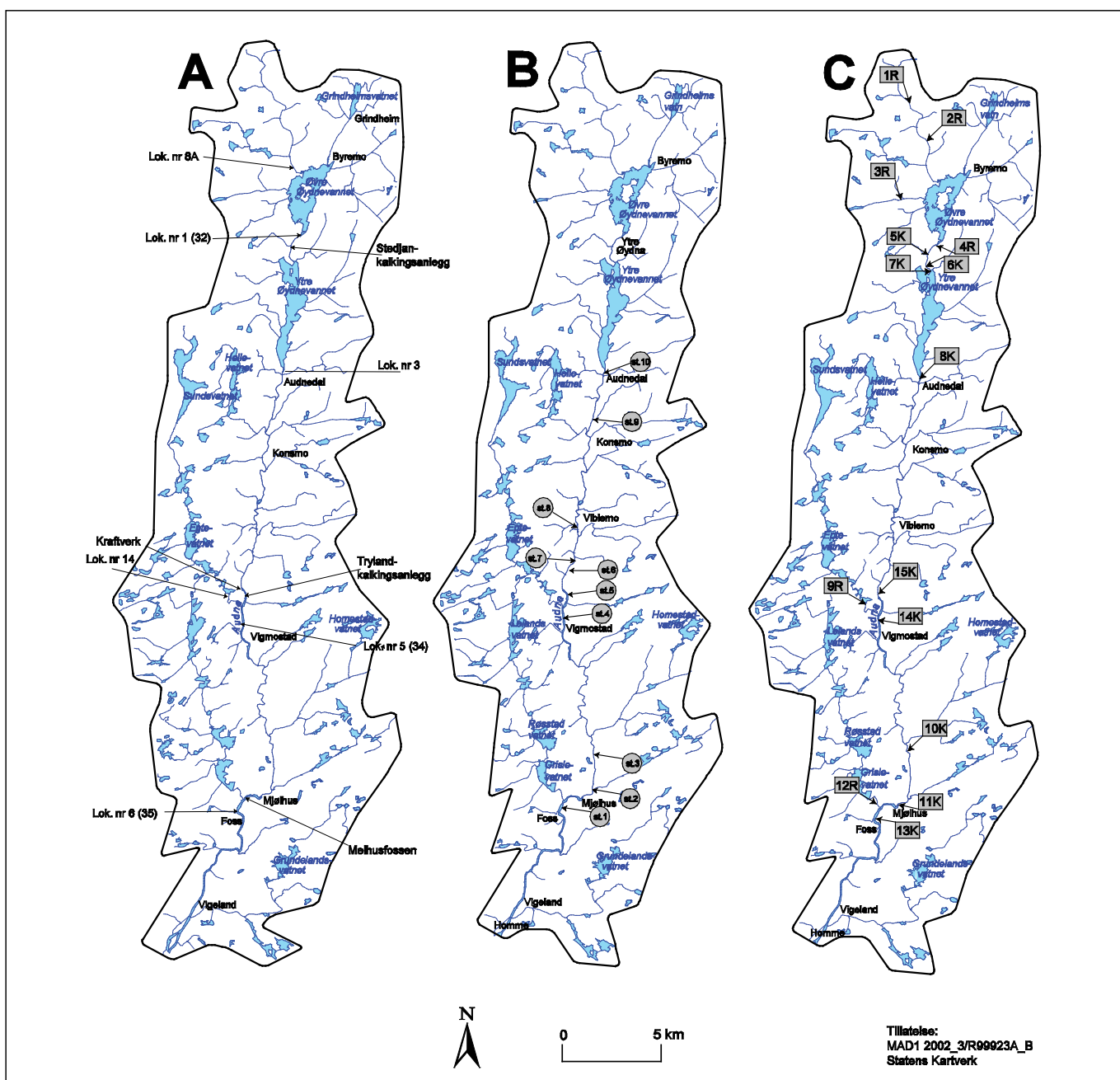
Figur 1.1. Månedlig nedbør i 2007, og normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 ved meteorologisk stasjon ved Vigmostad (Meteorologisk institutt, 2008).

Som vist i **Figur 1.1** var nedbøren meget høy i januar, mars, juli og desember, og meget lav i februar, mai og i perioden september-november, noe som forventes å kunne ha betydning for vannkvaliteten.

Tidligere årsrapporter (2005) har vist vannføring (døgnverdier) i Audna ved Gaupefoss. NVE har opplyst at det ikke er gjort nok vannføringsmålinger på denne stasjonen til å lage en vannføringskurve av akseptabel kvalitet. Data fra andre relevante stasjoner i vassdraget finnes ikke ifølge NVE.

1.5 Stasjonsoversikt

Stasjonsnett for prøvetaking av vannkjemi, fisk og bunndyr i Audna er vist i **Figur 1.2**.



Figur 1.2. Nedbørfeltet til Audna, med A) plassering av kalkdoserere og stasjonsnett for vannkjemisk overvåking, B) stasjonsnett for ungfiskundersøkelser og C) stasjonsnett for prøvetaking av bunndyr.

2 Vannkjemi

Forfatter: Mona Weideborg og Milla Juutilainen

Aquateam – Norsk vannteknologisk senter AS, Postboks 6875 Rodeløkka, 0504 Oslo

2.1 Innledning

Datasammenstilling er gjort av **Mona Weideborg** og **Milla Juutilainen, Aquateam**. Prøvetaker har vært: **Dag Ekeland, Audna kommune**. De kjemiske analysene er gjort av Analycen. Vannkjemisk overvåking i Audna har pågått årlig siden 1985. En evaluering av overvåkingsprogrammet i Audna ble foretatt i 1996 (DN 1996).

I hovedvassdraget var det opprinnelig etablert seks stasjoner for vannkjemisk overvåking (L1-L6). Stasjonene L2 og L4 ble tatt ut av programmet i 1995, og det er siden kun periodevis blitt tatt prøver fra disse stasjonene. Stasjon L5 Tryland ble tatt ut fra og med juni 2006. Vannkjemien i 2007 er fulgt på tre (L1, L3 og L6) av de seks opprinnelige hovedstasjonene samt sidevassdragene Våråna (stasjon L8A) og Trylandsvassdraget (stasjon L14). Alle overvåkingsstasjonene for 2007 er avmerket på **Figur 1.2**.

Det ble gjennomført tolv prøvetakingsrunder av Aquateam i denne rapporteringsperioden.

2.2 Resultater

2.2.1 Resultater for 2007

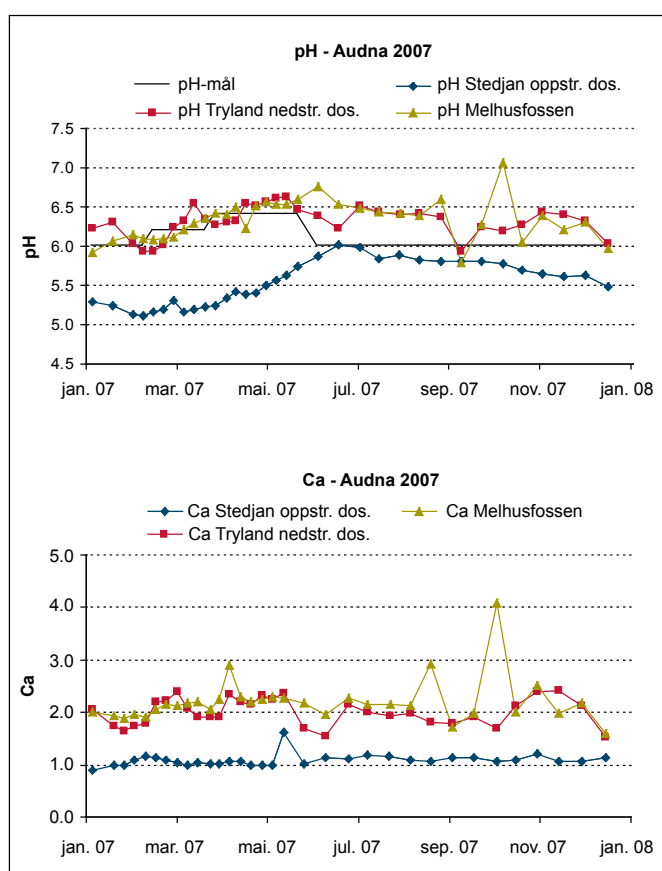
Resultater fra den manuelle prøvetakingen i 2007 er vist i primærtabellen i Vedlegg A. Noen viktige data er også sammenstilt i **Tabell 2.1**.

Tabell 2.1. Middel-, min- og maksverdier for stasjoner i Audnavassdraget i 2007.

Nr.	Stasjon		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/L	µekv/L	µg/L	mg/L	µekv/L
1	Oppstr. kalking	Mid	5,6	1,0	14	39	4,2	25
		Min	4,9	0,9	0	11	2,5	1
		Max	6,3	1,1	84	89	5,7	68
		N	12	12	12	12	12	12
3	Audnedal	Mid	6,4	2,0	43	13		
		Min	6,2	1,7	21	7		
		Max	6,7	2,4	74	21		
		N	12	12	12	12		
6	Melhusfossen	Mid	6,4	2,1	33	12	4,2	71
		Min	6,2	1,6	0	4	2,6	22
		Max	6,9	2,8	84	20	5,6	128
		N	12	12	12	12	12	12
8a	Våråna	Mid	5,5	1,0	8	55		
		Min	4,8	0,6	0	12		
		Max	6,5	1,6	21	124		
		N	12	12	12	12		
14	Trylandsvassdraget (ukalket)	Mid	5,1	0,8	6	66		
		Min	4,7	0,7	0	33		
		Max	5,6	0,9	32	108		
		N	12	12	12	12		

2.2.2 Vannkjemisk måloppnåelse i 2007

Vannkvaliteten på den anadrome strekningen av Audna, her representert ved målområde Melhusfossen (L6), var i deler av 2007 utilfredsstillende sammenlignet med de mål som er satt med hensyn på pH (Figur 2.1). pH lå i perioder under vinteren og våren under vannkvalitetsmålet. Resultatet er omtrent samme som i 2006. Utover sommeren og høsten lå de fleste målingene over pH-målet med unntak av en prøve tatt den 19. september. Årsaken kan være at i perioder med mye nedbør over et kort tidsrom klarer ikke dosererne å kompensere raskt nok. Nedbøren på Vigmostad meteorologisk stasjon var mellom 0 og 10,8 mm per døgn i begynnelsen av september, og 37,3 mm den 17. september (Meteorologisk institutt, 2008).



Figur 2.1. Resultater for pH og kalsium fra DN's dosererkontroll på stasjonene oppstrøms og nedstrøms doseringsanlegg i Audna (data fra M-lab AS). pH-målet er tegnet inn (figuren øverst).

Det har ikke vært tilgang på automatiske pH-målinger for Audna, slik som for øvrige vassdrag i Agder.

2.2.3 Kalkede deler av vassdraget

Audna v/Melhusfossen (L6)

Langtidsutviklingen i vannkvaliteten på stasjon L6 viser at det har skjedd en markert bedring etter at kalkingen startet i 1985 (Figur 2.3). Før kalking ble etablert i 1985 lå pH i gjennomsnitt på 5,2, mens fra 1987 og årene frem til 1998

har pH vært høyere enn 6,2 gjennom store deler av året. pH og andre vannkjemiske parametere viste noe større variasjon i perioden 1998-2001, mens det i de seks siste årene igjen har vært en mer stabil vannkvalitet (Figur 2.3 og 2.4) men gjennomsnittlig lavere pH-verdier. Det var ikke like stor variasjon i pH og kalsium verdiene i 2007 som i 2006. Den laveste pH i 2007 for denne stasjonen var 6,2, hvilket er 0,3 pH enheter høyere enn i 2006. Kalsiumkonsentrasjonen var høyere i 2007 enn forrige år, og konsentrasjonen av labilt aluminium var noe lavere.

Den gjennomsnittlige TOC konsentrasjonen i 2007 var lavere enn forrige år, og variasjonen i TOC var også lavere. Nivåene for øvrige vannkjemiske parametere i 2007 (Vedlegg A) skiller seg ikke vesentlig ut fra målinger foretatt de senere år.

Audna mellom Audnedal og Tryland, utløp av Øydnavatn (L3)

Både pH, kalsium og alkalitet var lavere i 2007 enn forrige år, noe som var forventet etter den store reduksjonen i kalkmengder benyttet ved Stedjan. Konsentrasjonen av LAI var høyere i 2007, og det høyeste målte LAI verdi i 2007 var 21 µg/l (13 µg/l, 2006).

2.2.4 Ukalkede deler av vassdraget

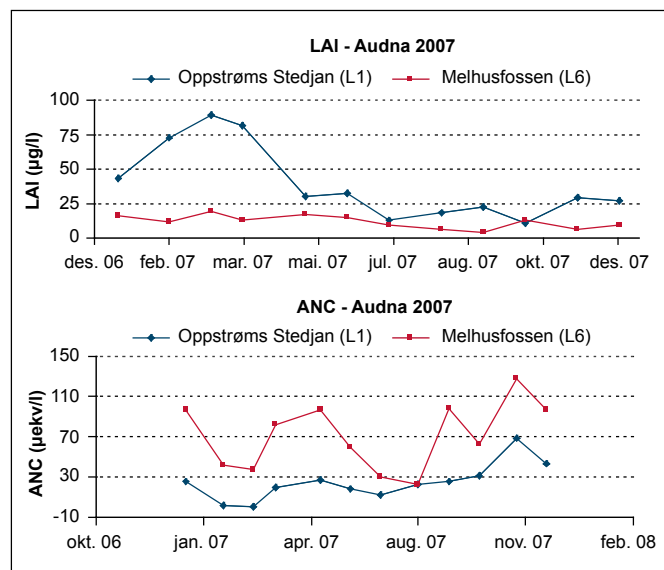
Oppstrøms kalkdoserer ved Stedjan (L1)

På referansestasjonen, oppstrøms kalkdoserer ved Stedjan (L1), har årsgjennomsnittet for pH gjennomgående ligget på ca. 5,0 fra 1985 til 1991 (Figur 2.3). Senere har det skjedd en bedring i vannkvaliteten. Fra 1996 fram til og med 2001 lå årsgjennomsnittet for pH omkring 5,5, og har de siste årene økt ytterligere til omkring 5,7. pH-verdiene i 2007 varierte mellom 4,9 og 6,3 med et årsgjennomsnitt på 5,6. Data for ulike aluminiumsfraksjoner i perioden 1998 – 2005 har ikke vært tilgjengelig for Aquateam. LAI har tidligere stort sett ligget mellom 100 og 250 µg/l og har gradvis gått ned fra omkring 100 µg/l frem til og med 1994. LAI verdiene i 2007 lå mellom 11 – 89 µg/l, hvilket var høyere enn forrige år (3-40 µg/l, 2006) (Figur 2.3). Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) var lavere enn 20 µekv/l under store deler av året (Figur 2.2).

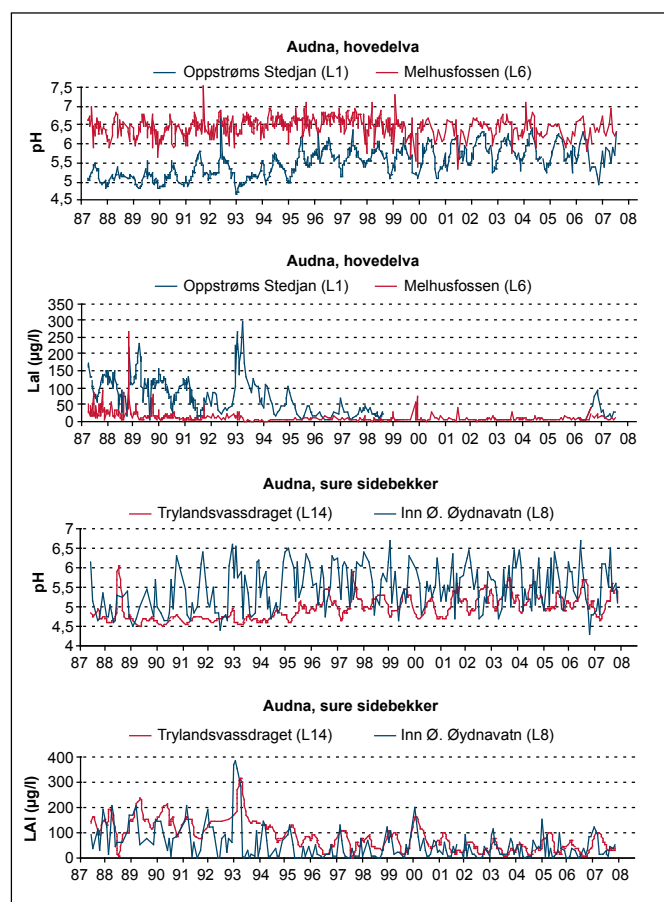
Våråna, utløp til Øydnavatn (L8)

I øvre del av nedbørfeltet tilføres Audna surt vann fra sidevassdraget Våråna (L8). Årsgjennomsnittet for pH var gjennomgående lavere enn 5,0 fram til og med 1993 (Figur 2.3). Etter det har utviklingen i pH vært positiv, men med til dels store svingninger gjennom året. Det legges årlig ut skjellsand i de øvre delene av vassdraget (på grensen mellom Audnedal og Hægebostad). Årsgjennomsnittet for pH i 2007 var 5,5 og varierte mellom 4,8 – 6,5 (Tabell 2.1). De laveste pH verdiene ble registrert i begynnelsen på året. pH verdiene var generelt lavere i 2007 enn året

for. Det ble også målt lavere kalsium konsentrasjoner og lavere alkalinitet i 2007 jamført med forrige år. De målte LAI konsentrasjonene var høyere i 2007 enn året før, men



Figur 2.2. Utvikling av pH, labilt aluminium og ANC i 2007 ved referansestasjon (Stedjan) og kalkede stasjoner i Audna. Mer nøyaktige pH-variasjoner de siste 10 årene er vist i **Figur 2.4**.

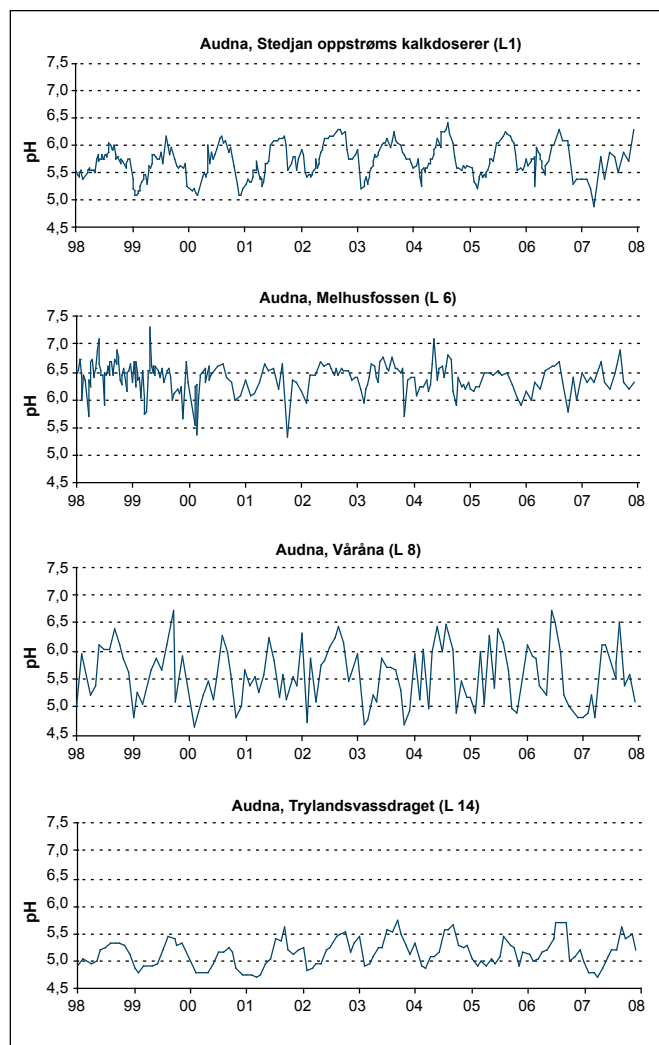


Figur 2.3. pH, uorganisk monomert aluminium (UM-Al) i perioden 1985-2006 på stasjon Audna oppstrøms kalkdoserer v/ Stedjan (L1), Audna v/ Melhusfossen (L6), Våråna (L8) og Trylandsvassdraget (L14). Kalking ble startet i 1985. Mer nøyaktige pH-variasjoner de siste 10 årene er vist i **Figur 2.4**.

utviklingen i LAI har generelt vært positiv siden 1988, men med til dels store svingninger gjennom året (**Figur 2.3**). Innholdet av LAI varierte fra 12 til 124 mg/l med et årsgjennomsnitt på 55 µg/l (**Tabell 2.1**). For store deler av året er vannkvaliteten i Våråna lite tilfredsstillende for overlevelse av fisk. Tidligere undersøkelser har vist at de til dels store variasjonene i vannkvaliteten i denne delen av vassdraget synes å ha en klar sammenheng med vannføringen.

Trylandsvassdraget (L14)

Vanneti Trylandsvassdraget er meget surt. Årsgjennomsnittet for pH på denne stasjonen har vært ca. 4,8 fram til 1994 og har deretter gradvis økt fram til 2006, da årsgjennomsnittet var 5,3 (**Figur 2.3**). I 2007 varierte pH mellom 4,7 og 5,6 med et årsgjennomsnitt på 5,1 (**Figur 2.4, Tabell 2.1**). Årsgjennomsnittet for LAI i 2007 var 66 mg/l og varierte mellom 33 og 108 mg/l. LAI konsentrasjonene var noe høyere i 2007 enn året før.



Figur 2.4. pH i Audna oppstrøms kalkdoserer v/ Stedjan (L1), Audna v/ Melhusfossen (L6), Våråna (L8) og Trylandsvassdraget (L14) i perioden 1998-2007.

3 Fisk

Forfattere: Svein Jakob Saltveit¹, Åge Brabrand¹, Hans Mack Berger², Trond Bremnes¹, Einar Kleiven³, Henning Pavels¹

¹LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

²Berger feltBIO, Flygt.6, 7500 Stjørdal

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

3.1 Innledning

Audna er ca 55 km og renner gjennom Audnedalen i Audnedal og Lindesnes kommuner. Audna har sitt utspring i Grinheimsvatnet øverst i Audnedalen, renner gjennom Øvre- og Ytre Øydnavatn og munner ut i Sniksfjorden. Laks- og sjøaureførende strekning er ca. 30 km fra brakkvannssonen ved Bustad til utløpet av Ytre Øydnavatn. Store deler av elva er jevnt hellende med grus- og steinbunn, med unntak av relativt kraftige stryk fra Tryland til Gislefoss. Det 450 km² store nedbørfeltet er dominert av gneis og granitt. Sidevassdraget Trylandselva som renner inn i hovedløpet ved Tryland, har vært regulert siden 1922.

Etter kalkingen av Audna i 1985 har det vært gjort omfattende utsetninger av laks i vassdraget. Fra 1996 til 2002 ble det satt ut startfåret lakseyngel. Disse var fettfinneklippet, noe som gjorde det mulig å skille mellom settefisk og naturlig reprodusert laks. Dette har gjort det mulig å gi et mål på den naturlige rekrutteringen av laks. Disse utsetningene opphørte fra og med 2003. Kultiveringen baserer seg i dag på utlegging av øyerogn av laks på strekningen oppstrøms Gislefoss.

3.2 Metode

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på 11 stasjoner på lakseførende del av vassdraget i september 2007. Ti av disse lokalitetene har inngått i undersøkelsen siden 1991, og ligger på strekningen fra utløpet av Ytre Øydnavatn til like nedstrøms Melhusfossen (**Figur 1.3**). I 2006 ble lagt inn ytterligere en stasjon på denne strekningen, stasjon 4B, på motsatt bredd i forhold til stasjon 4. I tillegg er det fisket på en stasjon som ligger i innløpselven til Øvre Øydnavatn noen 100 m nedstrøms kalkingsanlegget. Elven er her kanallignende med store runde stein. Stasjonen er valgt fordi anadrom fisk før eller siden trolig vil vandre opp gjennom Øydnavatna og da kunne komme til å gyte her.

Stasjonene ble avfisket tre ganger (gjentatte uttak) (Bohlin *et al.* 1989). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste mm i felt. Et utvalg fisk ble konservert for senere

aldersbestemmelse. Det er skilt mellom årsunger (0+) og eldre fiskeunger ($\geq 1+$). Tetthet er oppgitt som antall fisk pr. 100 m², og er beregnet for alle enkeltstasjoner og for hele vassdraget. For hele vassdraget er tettheten beregnet basert både på sum fangst for alle stasjonene samlet og basert på gjennomsnittet av beregnet tetthet på alle enkeltstasjonene. I 2006 ble undersøkelsen gjennomført andre uke i september.

3.3 Resultater

3.3.1 Ungfiskundersøkelser

Antall laks- og aureunger fanget i 2007 var relativt lavt, men langt høyere enn i 2006. Til sammen ble det fanget 344 laksunger og 81 aureunger på lakseførende strekning (**Tabell 3.1**). Laksunger ble ikke påvist på stasjon 3, mens det ikke ble fanget aure på stasjon 10. Ål ble funnet på fem av stasjonene på lakseførende strekning, mens det helt nederst ble funnet skrubbeflyndre. Niøye ble påvist på fire stasjoner. For første gang ble det funnet laksunger på stasjonen ovenfor Øydnavatna, stasjon 11. Dette var 1+ og viser at det var rekruttering her i 2006. Det ble her fanget 23 aureunger i 2007.

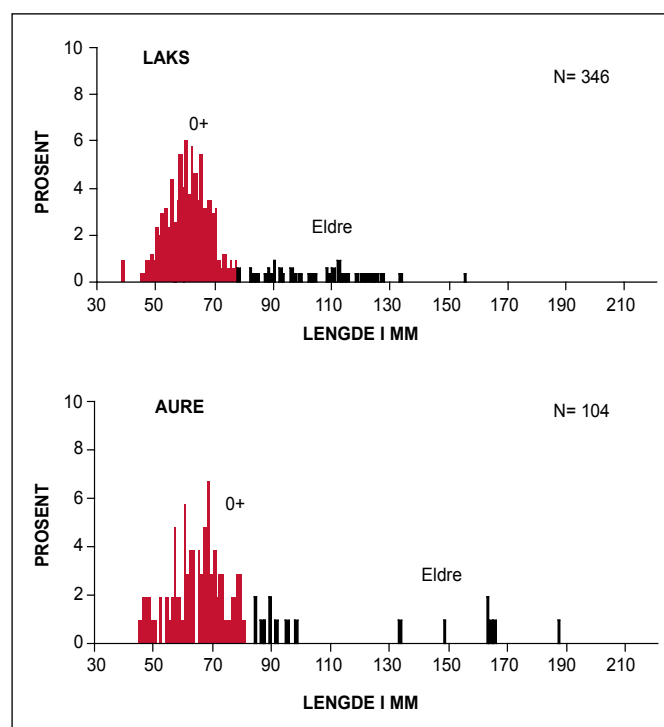
Laks

De fleste laksungene var årsunger (0+) (**Figur 3.1**). Disse var i hovedsak mellom 50 og 70 mm og gjennomsnittslengden var $60,6 \pm 0,8$ mm. Eldre laksunger var mellom 78 og 155 mm.

Den totale tettheten av årsunger av laks ble høsten 2007 beregnet til 31,9 fisk pr. 100 m² (**Figur 3.2**). Tettheten av eldre laksunger, 1+ og 2+, var bare 4,0 fisk pr. 100 m². De høyeste tetthetene av årsunger ble funnet på stasjon 6, men stasjon 1, 4B, 7 og 8 hadde også relativt høye tettheter av 0+. De høyeste tetthetene av eldre laksunger ble funnet på stasjon 1, som var den eneste lokaliteten med flere enn 10 fisk pr. 100 m². Eldre laksunger ble ikke funnet på stasjon 3, 4B og 5.

Tabell 3.1. Antall fisk av ulike arter fanget og bestandstetthet av laks og aure på ulike stasjoner i Audna i september 2007.

Stasjon	Areal i m ²	Antall fisk					Laks N/100 m ²		Aure N/100 m ²	
		Laks	Aure	Niøye	Skrubbe	Ål	0+	eldre	0+	eldre
1	93	59	7	0	20	15	51,5	16,5	8,6	0
2	99	27	10	2	0	0	25,6	4,4	11,0	0
3	91	0	2	1	0	2	0	0	0	2,2
4	100	5	6	7	0	0	2,0	3,0	1,0	5,2
4B	88	34	1	0	0	0	40,5	0	1,2	0
5	150	26	6	3	0	1	18,9	0	2,9	1,3
6	100	60	15	0	0	0	64,0	1,0	15,0	0
7	99	46	12	0	0	2	43,9	7,1	8,0	5,9
8	99	53	12	0	0	0	49,1	7,5	14,0	0
9	100	33	10	0	0	0	32,7	3,0	10,4	0
10	99	1	0	0	0	16	0	1,0	0	0
1-10	1118	344	81	13	20	36	31,9 ± 1,7	4,0 ± 0,2	7,1 ± 0,7	1,3 ± 0,2
Gjsn.							29,8 ± 13,2	4,0 ± 2,9	6,6 ± 3,4	1,3 ± 1,3
11	99	2	23	0	0	1	0	2,0 ± 0,0	19,6 ± 1,6	4,1 ± 1,0

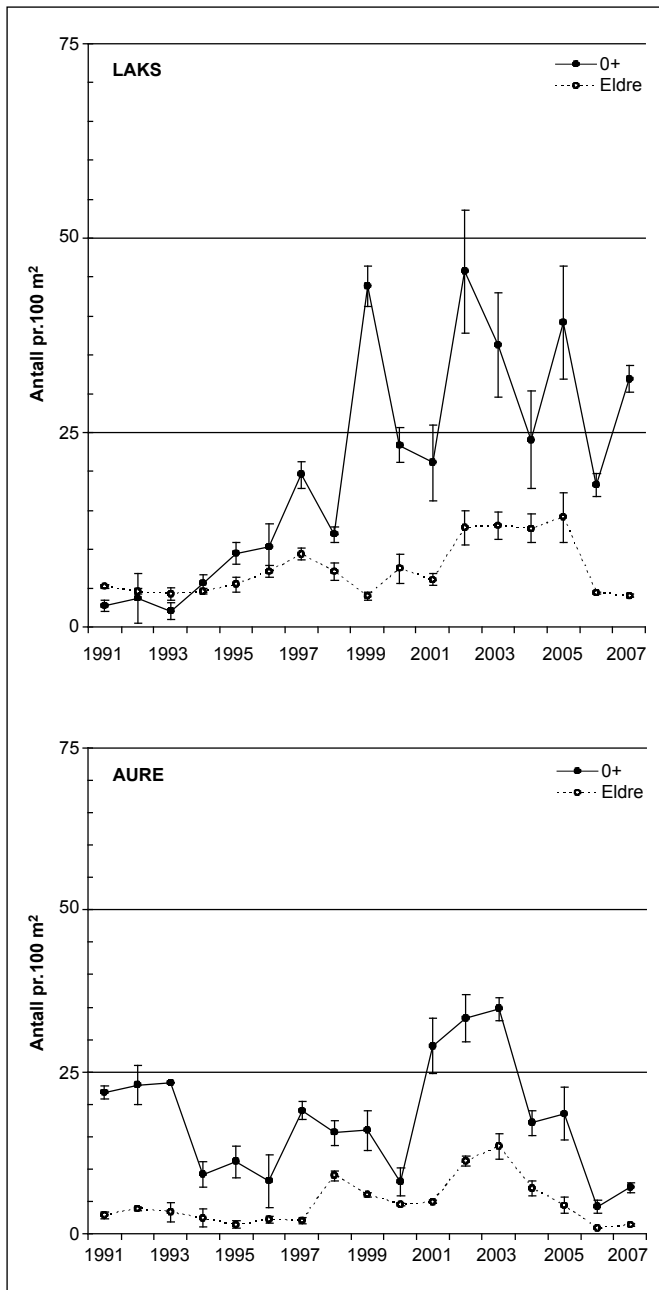


Figur 3.1. Prosentvis lengdefordeling av laks- og aureunger i Audna i september 2007.

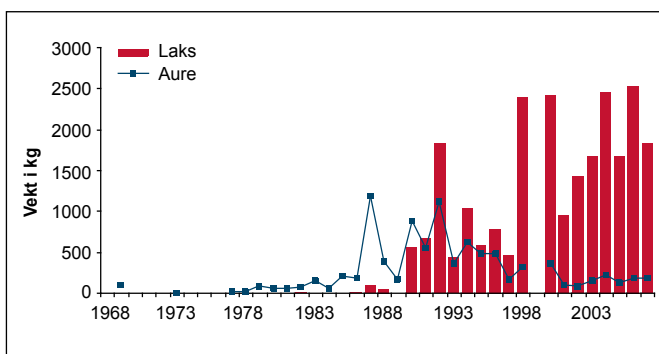
Aure

Aureungene målte fra 45 til ca 190 mm (Figur 3.1). Det var relativt stor spredning i størrelsen på 0+. Årsungene var i gjennomsnitt $66,3 \pm 1,8$ mm på lakseførende strekning.

Den totale tettheten av årsunger (0+) av aure ble beregnet til bare 7,1 fisk pr. 100 m², men tettheten av eldre aureunger var svært lav, 1,3 fisk pr. 100 m² (Figur 3.2). Høyest tetthet av årsunger ble beregnet på stasjon 2, 6, 8 og 9, som alle hadde flere enn 10 fisk pr. 100 m². Årsunger ble ikke funnet på stasjon 3 og 10. Det ble bare funnet eldre aureunger på fire av lokalitetene på lakseførende strekning. De høyeste tetthetene av aure ble funnet på stasjon 11, ovenfor Ytre Øydnvatn. Tettheten her ble beregnet til ca. 24 fisk pr. 100 m². Det ble her funnet både årsunger og eldre aureunger.



Figur 3.2. Tetthet av laks- og aureunger i Audna i perioden 1991 til 2007. Data fra før 2006 fra Barlaup et al. (2006).



Figur 3.3. Fangst av laks- og sjøaure i Audna i perioden 1977 til 2007. Det er ikke oppgitt fangster i 1999.

3.3.2 Fangststatistikk

Fangststatistikken for laks og sjøaure viser en klar økning i fangst i forhold til årene før kalkingen startet i 1985 (Figur 3.3). De første årene etter kalkingstart var fangsten av laks ubetydelig, og det ble fram til 1989 fanget langt mer sjøaure. Fangstene av laks økte i 1990, men i flere av årene fram til 1998 var fangsten av sjøaure like stor. En markert økning i laksefangstene kom i 1998 med 2393 kg. Flere av årene deretter har fangster over to tonn, med fangsten i 2006, 2532 kg, som et foreløpig maksimum. Fangsten i 2007 på 1830 kg er ikke så høy, men likevel den fjerde største siden etter 2000. De relativt høye fangstene av laks i perioden 1998-2007 tyder på at fangstene er i ferd med å stabilisere seg på et betydelig høyere nivå sammenliknet med fangstene tidligere på 1990-tallet. Sjøaurefangstene er imidlertid nå langt lavere og har stabilisert seg på et langt lavere nivå enn på 1990-tallet.

3.4 Diskusjon

Bare deler av større elver lar seg avfiske med elektrisk fiskeapparat og resultatene vil derfor referere til en begrenset del av elva nær land. En sammenligning av tettheter mellom år er derfor vanskelig, fordi vannføring og derved det areal som undersøkes sjelden vil være det samme ulike år. Dette vil også til en viss grad gjelde substrat, vannhastighet og temperatur (se metodikk).

Bestandstettheten i elva er beregnet på to måter, både på grunnlag av fangst fra alle lokalitetene samlet og basert på gjennomsnitt av beregnet bestand fra de enkelte lokalitetene. Begge beregningsmetoder ga et tilnærmet samme totalestimat for elva, men usikkerheten i estimatet basert på gjennomsnitt av de enkelte stasjonene er stort (svært stort konfidensintervall) og gjør denne beregningsmetoden uegnet i vurderingene.

Det fremkommer til dels store årlige variasjoner i tetthet av fiskeunger i Audna. Årlige variasjoner i fisketetthet i Audna kan skyldes forhold knyttet til vannføring, der lav vannføring gir høyere tettheter, mens høy vannføring kan gi lavere tettheter. At høy vannføring kan gi lavere tettheter skyldes større spredning av fisken (Saksgård og Heggberget 1990). Ved lav vannføring vil forholdet bli motsatt og gi høyere tetthet pr. areal enhet (Jensen og Johnsen 1988). I 2004 (lave tettheter) var for eksempel vannføringen høyere enn i 2005 både før og under selve elektrofiske. Vannføringen var imidlertid ikke spesielt høy ved undersøkelsene i 2001 (lave tettheter), men høyere enn i 2003 som hadde de høyeste tetthetene og den laveste vannføringen.

Den lave tettheten som ble beregnet i 2006 lot seg ikke forklare med høy vannføring under elektrofisket (Saltveit *et al.* 2007). Variasjoner mellom år må brukes med forsiktighet, da andre årsaker enn ulik rekruttering og dødelighet mellom år kan være årsak til at det enkelte år beregnes mye fisk og lite i andre år. Effekt av vannføring vil i langt større grad gjøre seg gjeldende for 0+ enn for eldre fisk, siden 0+ i hovedsak finnes på grunne områder, der selv små endringer i vannføring får betydning for størrelsen på det vanddekkete areal.

I Audna har det funnet sted store endringer i substrat siden kanaliseringene på 1980-tallet. I de nedre deler av elva er det mye sand og grus, og på enkelte områder så mye at bare større stein er synlige. For eksempel ble stasjon 2 som ligger ved Ertseid flyttet i 2002 grunnet "ørkendannelse" på gammel stasjon (Sven Erik Gabrielsen, pers. medd). Det var tidligere kålhodestore steiner på denne stasjonen. I 2003 ble det bemerket at den nye stasjon 2 også var sedimentert igjen, og i 2004 og 2005 ble den beskrevet som: "Steril, grus og grov grus ispedd stein og stor stein, noe vannvegetasjon, begrenset kantvegetasjon. Ruglestrøm, relativt svak til middels. Stasjonen endrer seg fra år til år – ustabil" (Sven Erik Gabrielsen, pers. medd). Ustabile forhold og mye sand og grus er en medvirkende årsak til at det nå beregnes lavere tettheter av fiskeunger i elva, men forholdene i 2007 var sannsynligvis bedre med hensyn på sedimenter enn i 2006.

Den totale tettheten av årsunger (0+) beregnet i 2007, 31,9 laks pr. 100 m², var langt høyere enn i 2006 som var et lavmål (Saltveit *et al.* 2007). Det var imidlertid ikke signifikante forskjeller mellom tettheten i 2006 og tetthetene beregnet i 2001 og 2004. Tettheten av eldre laksunger i 2007 ble beregnet til bare 4,0 fisk pr. 100 m², og er tilnærmet den samme som i 2006. Man må helt tilbake til 1999 for å finne tilsvarende lave tettheter. I 2002 økte tettheten av eldre laksunger i Audna til 12,8 fisk pr. 100 m², og var på samme nivå fram til 2005 (Barlaup *et al.* 2006). Sammenlignet med flere av de andre elvene, er imidlertid ikke tettheten av eldre laksunger som ble beregnet i Audna spesielt høy og generelt må tettheten av eldre fisk i Audna karakteriseres som liten. Resultatene viser en endring i tetthet av eldre laksunger fra færre enn 6,0 fisk pr. 100 m² til tettheter på rundt 13 individer pr. 100 m² i de fire siste årene. Den positive utviklingen i tetthetene av 0+ laks fram til 2005 gjenspeiles ikke i tetthetene av tosomrig og eldre laks i elva (Barlaup *et al.* 2006). Det er ingen sammenheng mellom tetthet av årsunger et år og eldre laksunger påfølgende år i Audna. For eksempel er tettheten av eldre fisk stabil etter 2001 til tross for relativt store variasjoner i 0+ i samme periode. Dette trenger nødvendigvis ikke bety at elva er mettet med 0+, men at eldre fisk oppholder seg i deler av elva som ikke lar seg undersøke. Manglende positiv respons i form av økt tetthet av eldre laksunger, kan også skyldes en begrensnig i oppvekstområder for eldre laksunger i Audna.

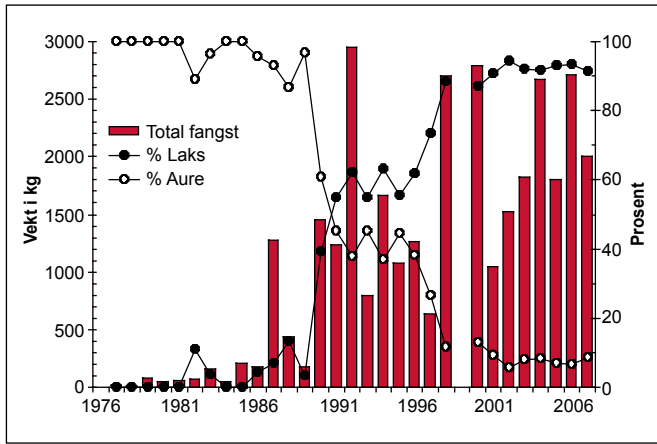
Det bør iverksettes tiltak som bidrar til økt overlevelse fra 0+ til eldre fiskeunger. Slike tiltak bør kanskje prioriteres i de nedre deler av elva, der det nå er mye grus og sand. Denne delen av elva har nå et redusert tilbud av egnet habitat, ikke bare for større fiskeunger, men også for 0+.

Det plantes øyerogn i elva, men bidraget herfra lar seg ikke skille fra det som kommer fra naturlig gyting.

Det har vært en betydelig variasjon og endring i bestanden av aure i undersøkelsesperioden, spesielt hos 0+. Tetthetene av 0+ var lave på begynnelsen av 1990-tallet, men økte fra 1993 til 1996. Senere er tendensen redusert tetthet av 0+. Reduksjonen i tetthet av årsunger i 2006 var dramatisk og var i 2006 den laveste som hittil er beregnet i Audna (Saltveit *et al.* 2007). Tettheten av 0+ tok seg noe opp i 2007, men er langt fra nivået for perioden 2001 til 2005. Tettheten av eldre aureunger sank også dramatisk i 2006 (Saltveit *et al.* 2007), og den tettheten som beregnes i 2007 er på samme nivå. Fra relativt høye tettheter på midten av 1990-tallet, har det funnet sted en gradvis reduksjon i tettheten av eldre aureunger, og tettheten er nå på et lavmål. Tettheten som beregnes i 2006 var den laveste hittil. Etter 1997 er det ingen samvariasjon mellom 0+ tetthet og tetthet av eldre aureunger påfølgende år. Tetthetene av eldre aureunger er stabilt svært lave.

Resultatene tyder på en svikt i rekrutteringen hos aure. Denne svikten er neppe en direkte effekt av kalking og endret vannkvalitet. Resultatene er imidlertid i overensstemmelse med funn i de fleste av de andre elvene som inngår i prosjektet, nemlig redusert aurebestand i perioden etter kalking. Årsaken kan være økt konkurranse med laks om gyteplasser og oppvekst habitat. Som nevnt foran har det i Audna skjedd en betydelig endring i habitatforhold fordi store mengder grus og sand er tilført ovenfra.

Årsaker til en del av variasjonen i fangstene av anadrom fisk i årene etter kalking er beskrevet av Barlaup *et al.* (2006), der de lave fangsttallene for 1988 tilskrives oppblomstring av giftige alger, mens lav laksefangst i 1989 skyldes forbud mot laksefiske. I 1990 ble det bare fisket i de tre siste ukene av august. Fangstene påvirkes også av variabel vannføring i fiskesesongen mellom år og i Audna er det en klar sammenheng mellom fangstene av laks og vannføring i fangstsesongen (se **Figur 3.7** i Barlaup *et al.* 2006).



Figur 3.4. Samlet fangst av laks- og sjøaure i Audna i perioden 1977 til 2007 og andelen laks og sjøaure i fangstene.

Sammenliknet med fangstene av laks er fangstene av sjøaure blitt betydelig mindre og er nå svært lave. Fram til 1990 ble det tatt mest sjøaure i fangstene av androm fisk og sjøaure utgjorde mer enn 90 % av fangsten de første fem år etter kalking (**Figur 3.4**). I 1990 ble det tatt 60 % sjøaure. Deretter dominerte laks, og sjøaure har etter 2000 utgjort mindre enn 10 % av fangsten av androm fisk i Audna (**Figur 3.4**). I 2007 var det en svak økning i andelen sjøaure. Denne endringen i dominansforhold fremkommer også hos ungfisk, der tetthetene av laksunger har økt, mens tettheten av aure siden 1996 har vist en markert nedgang.

4 Bunndyr

Forfatter: S.J.Saltveit, T.Bremnes, J.E.Brittain

LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

4.1 Innledning

De første undersøkelsene av bunndyr i Audna ble gjort i 1982 (Fjellheim og Raddum 2006). Etter et opphold i 1983 og 1984 ble det fra 1985 og fram til 2005 foretatt årlige innsamlinger hver vår og høst fra et fast stasjonsnett i vassdraget. Det ble ikke samlet bunndyr i 2006. Prøvetakingen følger samme metodikk som undersøkelsene i det nasjonale overvåkingsprogrammet for langtransportert forurenset luft og nedbør. Hensikten er å overvåke utviklingen og endringer i bunndyrsamfunnet og relatere dette til forsuring og effekter av kalking.

4.2 Metode

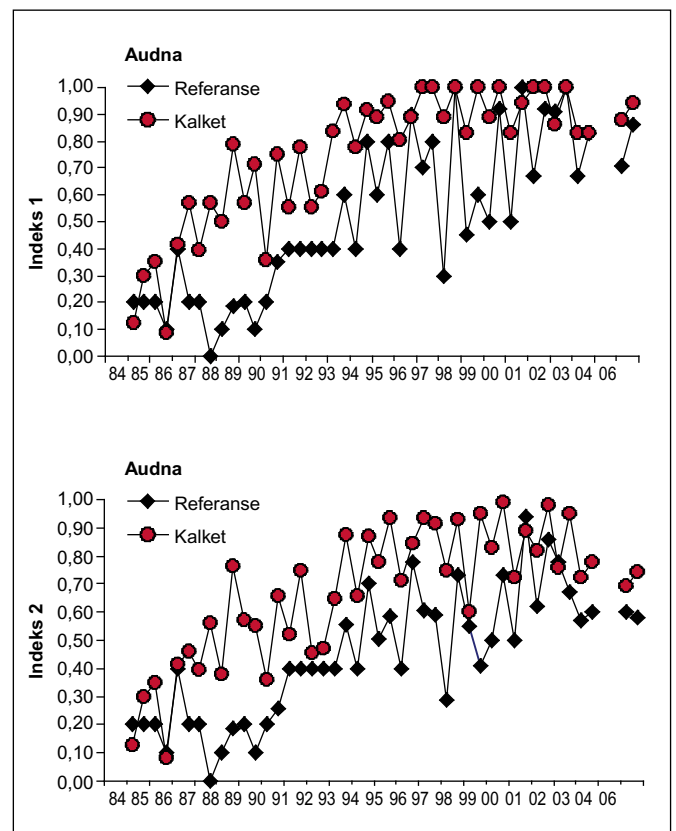
Stasjonene for innsamling av bunndyr i 2007 var de samme som tidligere er benyttet (se **Figur 1.3**). Prøvene ble tatt 5. og 6. juni og 7. og 10. september. Det ble tatt sparkeprøver fra til sammen 15 lokaliteter der 10 er kalkete og 5 ukalkete lokaliteter (referanselokaliteter). Prøvene ble tatt med hæv, maskevidde på 250 µm, konservert på etanol, og sortert under lupe i laboratoriet. Det henvises til foran i rapporten for en mer utfyllende metodikkbeskrivelse. Forsurningsnivået er beregnet ut fra en forsurningsindeks basert på tilstedeværelse eller fravær av mer eller mindre sensitive arter av bunndyr. Forsurningsindeks 1 og 2 er beregnet etter Fjellheim & Raddum (1990) og Raddum (1999). Verdien 1 for Forsurningsindeks 1 antyder et bunndyrsamfunn som ikke er forsuringsskadet, mens verdien 0 her betyr et samfunn som er sterkt skadet. Når det er arter som er lite tolerante tilstede, benyttes Forsurningsindeks 2 beregnet fra formelen $0,5 + D/S$. D = antall individer av forsurningsfølsomme døgnfluer (på en lokalitet), S = antall individer forsurningsstolerante steinfluer (på en lokalitet). Maksimumsverdien for indeksen blir satt til 1, som indikerer liten eller ingen forsuring. Laveste verdi, 0,5, oppnås når det ikke finnes forsurningsømfintlige arter (Kroglund *et al.* 1994).

4.3 Resultater og diskusjon

Totalt ble det i 2007 registrert 9 døgnfluearter, 10 steinfluearter, og minst 19 arter/slekter av vårfluer (**Vedlegg B**). Sammenlignet med 2005 var det noen færre arter av steinfluer og noen flere arter vårfluer i prøvene. Som i 2005 var 17 av de registrerte arter/grupper av bunndyr sensitive overfor forsuring (Fjellheim og Raddum 2006), noe færre enn i 2004.

Gjennomsnittsverdi for forsurningsindeks 1 i den kalkete delen av vassdraget var 0,88 om våren og 0,94 om høsten (**Figur 4.1**). Verdiene er noe høyere enn det de var i 2005, da de var 0,83 både vår og høst (Fjellheim og Raddum 2006). I 2005 var dette en svak nedgang i forhold til 2004. De kalkete stasjonene har vist en betydelig forbedring i de senere år og det er ikke lenger så store forskjeller mellom vår og høst som i første halvdel av 1990-tallet. På stasjonene som ikke var kalket var den gjennomsnittlige verdien for Indeks 1 lik 0,71 og 0,86 henholdsvis vår og høst (**Vedlegg B**).

Indeks 1 verdien er nesten den samme i gjennomsnitt om høsten i den ukalkete delen av vassdraget som i den kalkete delen (**Figur 4.1**). I 2005 var ukalket og kalket Indeks 1 verdi like om høsten (**Figur 4.1**) (Fjellheim og Raddum 2006). Om våren har de kalkete stasjonene i gjennomsnitt en langt høyere verdi enn referanse stasjonene. Verdiene i 2007 er som i 2005 lavere enn det som ble registrert i 2004, men referansestasjonene har samlet blitt bedre i perioden etter kalking, spesielt på høsten.



Figur 3.4. Gjennomsnitt forsurningsindeks for de kalkete stasjonene og for referansestasjonene i Audna fra 1985 til 2007. Bunndyr ble ikke undersøkt i 2006. Data fra før 2007 fra Fjellheim og Raddum (2006).

På våren var verdien for Indeks 2 for de kalkete stasjonene i gjennomsnitt 0,69, mens den på høsten var 0,74. Dette er en svak nedgang i verdi både om våren og om høsten i forhold til 2005, og altså en ytterligere nedgang i forhold til 2004. Spesielt gjelder dette høstverdiene som fram til 2004 viste en positiv utvikling. Om våren har verdiene for Indeks 2 jevnt over vært lave i den kalkete delen av vassdraget. Indeks 2 verdiene på de ukalkete stasjonene er i gjennomsnitt lavere enn på de kalkete, men våren 2007 er forskjellene relativt små (**Figur 4.1**). Verdiene for Indeks 2 ligger på samme nivå som i 2005 og det er også her en betydelig reduksjon i verdi etter 2004. Dette kan indikere noe dårligere vannkvalitet både i kalket og ukalket del etter 2004.

Bedre verdier på høsten for begge indekser og for både kalkete og uklakete stasjoner kan skyldes at det etableres bestander av sensitive arter om sommeren og høsten, når den vannkjemiske situasjonen er mer gunstig, men at flere av disse blir borte i løpet av vinteren/våren. Dette gjelder imidlertid ikke for den øverste delen av vassdraget i juni. Her var det store mengder følsomme døgnfluer og som gir høye indeksverdier og derved indikasjoner på god vannkvalitet. Dette kan imidlertid skyldes at prøvene er tatt i juni og at det dreier seg om en sommergenerasjon.



Figur 4.2. Stasjon 6 og 7.

FOTO: S. J. SALTVEIT

Selv om forsuringsindeksene viser en statistisk signifikant økende trend ($p < 0,001$) i den perioden overvåkingen av Audna har pågått, men at Audna så mange år etter kalking ikke fremstår med en bedre vannkvalitet på stasjoner som ligger på kalket elvestrekning, kan skyldes at noen av stasjonene ikke er representative. Stasjon 8 ligger på utløp av Ytre Øydnavatn og er en typisk utløpslokalitet. Det ble her ikke påvist døgnfluer i juni og bare noen få individer av arten *Caenis horaria* i september. Fravær kan skyldes manglene egnet habitat, men også store mengder av den nettspinnende vårfluen *Neureclipsis bimaculata*. Trolig predaterer denne på andre bunndyr, men stor ansamlinger gir også liten plass for andre arter. Stasjon 7 (**Figur 4.2**) er stillestående, med mudderbunn og mye vegetasjon. Tilstedeværelsen av *Caenis horaria* trekker imidlertid indeksen opp. Stasjon 6 er også langsomt rennende med mye silt og vegetasjon. Stasjon 5 ligger rett nedenfor kalkdoserer og har bunn som er tilslammet av kalk, noe som kan gjøre substratet mindre egnet. I juni indikerer også indeksene dårlig vannkvalitet på lokaliteten, mens verdiene for Indeks 2 i september gir inntrykk av ikke helt optimale forhold. Verdiene på stasjon 13 kan også skyldes substrat; mye fjell og blokk, med sand imellom.

Vanlig damsnegl, *Lymnaea peregra*, ble første gang registrert i Audna i 1994, 9 år etter kalkingen. Ferskvannssnegl er svært sensitive ovenfor både forsurening og lavt kalkinnhold (Økland 1990). I perioden 1994 – 1999 ekspanderte *Lymnaea* i vassdraget (Fjellheim & Raddum 2006). I 2000 ble det imidlertid registrert færre snegler enn de foregående årene, noe ble relatert til flom. Bestander av vanlig damsnegl er registrert på alle stasjonene som er kalket, men i 2007 ble snegler bare funnet på tre av disse (**Vedlegg B**). Det ble ikke registrert snegler i den ukalkete delen av vassdraget.

5 Vannvegetasjon

Forfattere: Makrovegetasjon: Asbjørn Lie¹. Begroing: Øivind Løvstad²

¹Agder naturmuseum og botanisk hage, Postboks 1887, Gimlemoen, 4686 Kristiansand

²Limnoconsult, Ole Messelts vei 34A, 0676 Oslo

5.1 Innledning

Lokalitetene for undersøkelse av vannvegetasjonen er stedfestet ved hjelp av UTM-koordinater (ED50) i undersøkelsen i 2005, uten kartfesting eller beskrivelse av lokalitet. Dette medfører at plasseringen av feltene som ble undersøkt i 2007 kan avvike noe fra tidligere undersøkelser. Det er her gitt en beskrivelse av lokalitetene som gjør det lettere senere å finne tilbake til stasjonene (**Tabell 5.1**). Se for øvrig **Figur 1.3** for lokalisering av stasjonene.

5.2 Makrovegetasjon

5.2.1 Innledning

Vassdraget er bare observert en gang tidligere i forbindelse med kalkingsovervåking i 2000 hele 15 år etter kalking (DN, 2001). På utvalgte prøvestasjoner (kalkede og ikke kalkede) i denne undersøkelsen er det registrert 13 karplanter og 4 moser (Lindstrøm m.fl 2004). I en undersøkelse av karplantefloraen i hele vassdraget i 1999 ble det registrert 23 arter av rene vannplanter, 10 kortskuddsplanter, 8 langskuddsplanter og 5 flytebladsplanter. Det er registrert to arter som tilhører moderat surhetsfølsomme samfunn (nedre pH grense (6,2), skaftevjeblom, *Elatine hexandra* og evjebrodd, *Limosella aquatica* (Lie 1999). Skaftevjeblom er registrert helt nord i vassdraget (Grindheimsvannet), mens evjebrodd bare er registrert i nedre del av vassdraget. Disse artene er ikke fanget opp i denne undersøkelsen.

Undersøkelsene i 2007 er gjennomført etter standard metodikk for vegetasjonsovervåking av kalkede vassdrag. På avgrensede felt i vassdraget ble forekomsten av vannplanter og vannmoser vurdert etter en skala fra 1 til 5 (se teksten under **Tabell 5.1**). Vannvegetasjonen ble undersøkt på dyp avgrenset av hva som ble nådd ved vassing med bruk av vadebukse. Det ble samlet inn materiale, både av karplanter og vannmoser for dokumentasjon til Agder naturmuseum. Innsamlet materiale av karplanter er gått gjennom av førstekonservator **Per Arvid Åsen** og **Torleif Lindebø**. En del av materialet har det ikke vært mulig sikkert å bestemme til art. Dette gjelder en del belegg av blærerot, *Utricularia* sp. som i undersøkelsen i 2005 er bestemt til gyttjæblærerot, *U. intermedia*. Storblærerot, *U. vulgaris* er bestemt til art. Det er registrert tjønnaks, *Potamogeton* sp, på tre lokaliteter, belegg som mangler frukter er svært vanskelig å bestemme til art. Innsamlet materiale av moser er kontrollbestemt av **Tore Torjesen**. Lokalitetene for undersøkelse av vannvegetasjonen er stedfestet ved hjelp av UTM-koordinater (WGS84)

Tabell 5.1. Lokaliteter for undersøkelse av vannvegetasjon i 2007.

Lok.	Lokalitetsnavn	UTM (WGS84)	Kartblad
ØØY	Utløp Øvre Øydnevann, like stryk og lone nedstrøms vannet	MK048,723	1411 I
YØY	Utløp Ytre Øydnevann, oppstrøms bro ved treforedlingsbedrift	MK044,657	1411 I
KON	Audna ved Konsmo, oppstrøms kjørebro, nedstrøms gangbro	MK034,617	1411 I
TRY	Audna nedstøms Tryland kalkanlegg	MK034,617	1411 III
BUH	Audna ved Buhølen, østside av elv	MK023,430	1411 III
BRÅ	Utløpet av Bråstad-vannet	MK009,430	1411 III

UTM koordinatene er i WGS84.

5.2.2 Resultater

Resultatene av vegetasjonsregistreringene på de ulike lokalitetene er satt opp i **tabell 6.2**.

Karplanter

Krypsiv er den vanligste arten både mengdemessig og finnes på alle lokalitetene, men ikke dominerende på noen av disse. Av arter som tilhører et svakt surhetsfølsomt samfunn, storblærerot, *Utricularia vulgaris*, kysttjørnaks, *Potamogeton polygonifolius* og tusenblad *Myriophyllum alterniflorum* er registrert i vassdraget i 2007. Disse artene ble også registrert i 2000, de to førstnevnte både på kalkede og ukalkede lokaliteter, mens tusenblad bare ble registrert på en kalket lokalitet. Evjesoleie, *Ranunculus repens*, ble registrert som lokalt dominerende på det øverste lokalitetene i vassdraget (ØØY, YØY).

Moser

Levermosen *Nardia compressa* (elvetrappemose) danner ofte masseforekomster i strykpartier i sure elver, i prøve-stasjonene i Audna ble denne bare registrert i et strykparti i utløpet av Øvre Øydnevann (ØØY). Buttgråmose, *Racomitrium aquaticum* eller buttgråmose *R. aciculare* ble registrert på de fleste prøvestasjonene, tilhører et for-suringstolerant samfunn. Men regnes ikke som noen god indikator i forhold til kalking da disse sitter tørrere oppe på steiner i bekker og stryk. Lindstrøm m. fl. (2004) antyder at den trolig har hatt en nedgang på kalkede lokaliteter.

Duskelvemose, *Fontinalis dalecarlica* tilhører et svakt surhetsfølsomt samfunn ble registrert på tre lokaliteter i elva. Denne fantes også i store mengder i Buhølen i 1982, altså før kalkingen startet opp i 1985. I 2007 var forekomsten sterkt nedslammet.

Tabell 5.2. Vannvegetasjon (karplanter og moser) i Audna 2007. 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. *= forsuringfølsomme arter.

	ØØY	YØY	KON	TRY	BUH	BRÅ
HELOFYTTER (sumplanter)						
Elvesnelle					1-2	
Mannasøtgras	2					
ISOETIDER (kortsukksplanter)						
Stivt Brasmegras <i>Isoetes lacustris</i>	1					
mjukt brasmegras <i>Isoetes echinospora</i>	1				1	
tjørngras <i>Littorella uniflora</i>	4	1-2	2		2	
botnegras <i>Lobelia dortmanna</i>	2	4				
grøftesoleie <i>Ranunculus flammula</i>			4	1		
evjesoleie <i>Ranunculus reptans</i>	4	4				
ELOEIDER						
vanleg krypsiv <i>Juncus bulbosus</i> ssp. <i>bulbosus</i>	4	4	3	2	1-2	1
tusenblad <i>Myriophyllum alterniflorum</i> *		2				
tjørnaks <i>Potamogeton</i> sp*	2	2	3			
kysttjørnaks <i>Potamogeton polygonifolius</i> *			3			
Blærerot <i>Utricularia</i> sp	2	2-3				
Storblærerot <i>Utricularia vulgaris</i> *	2					
NYMPHAEIDER (flytebladsplanter)						
gul nykkerose <i>Nuphar lutea</i>		2			1-2	
Småpiggeknope <i>Sparganium natans</i>	2-3					
VANNMOSER						
Duskelvemose <i>Fontinalis dalecarlica</i> *			2	2	3	
Elvetrappemose <i>Nardia compressa</i>	4-5					
Kystbjørnemose <i>Polytrichum formosum</i>						
Bekkegråmose <i>Racomitrium aquatium</i>			3			3
Buttgråmose <i>Racomitrium aciculare</i>	3	2		1-2		
Knippegråmose <i>Racomitrium fasciculare</i>						2
Bekketvebladmose <i>Scapania undulata</i>				2-3		
Tvebladmose <i>Scapania</i> sp		3				
Skøytmose <i>Preissa qadrata</i>	2				2	
Ferskvannsvamp		2				

5.3 Begroingsalger

5.3.1 Innledning

Undersøkelsen av dette vassdraget i 2007 ble foretatt etter andre retningslinjer enn tidligere. Siste undersøkelse av begroingsalger i Audna ble gjort i 2000 (DN, 2001). I stedet for å legge hovedvekt på indekser, ble det i 2007 lagt mer vekt på populasjonsdynamikk og økologisk status. Som tidligere ble det imidlertid lagt vekt på blågrønnbakterier og alger, spesielt kiselalger og makroalger. Det ble samlet inn blågrønnbakterier og alger etter en standardisert prosedyre. Det var forholdsvis stor vannføring i vassdraget under årets undersøkelse som kan ha vanskeliggjort innsamlingen av begroingsalgene.

Vedlegg C viser mulighetene for forekomst av blågrønnbakterier innenfor forskjellige pH-intervaller (modifisert fra Lindstrøm m.fl. 2004). Et liknende system kan lages for kiselalger og andre alger. Generelt kan det sies at noe forsuredde vassdrag som har lavt humusinnhold og relativt lavt kalsiuminnhold har stor dominans av spesielle blågrønnbakterier. Når pH øker som følge av kalking kan mange av disse forsvinne, spesielt hvis pH overstiger 6.0. I intervallet pH 6.1 – 6.5 vil helt andre blågrønnbakterier og alger kunne overta dominansen. Innslaget av kiselalger vil kunne øke. Ved pH > 6.5 vil mer "normale" algesamfunn opptre. Med økende eutrofiering vil blågrønnbakterier som *Oscillatoria* og *Phormidium* overta og det blir også et mer eutroft kiselalgesamfunn. Lokalt med mye humus vil ofte ikke ha det typiske blågrønnbakteriesamfunnet som i klarvannssystemer. Forslag (utkast) til klassifikasjonssystem for begroingsalger er også vist i **Vedlegg C**.

Det er første gang at dette nye klassifiseringssystemet anvendes for dette vassdraget. Det vil bli lagt vekt på kun å bruke arter/slekter som er lett identifiserbare for andre konsulenter. Det vil bli utarbeidet en egen bestemmelse-snøkkel for disse. Det er viktig å være oppmerksom på at mange arter ikke kan bestemmes etter tilsetning av det vanligst benyttede konserveringsmiddelet for alger; lugols løsning (en jodopløsning).

Utviklingen av pH nederst i Audnavassdraget har vist en økende pH til opp mot pH 6-6.5 i 2007. Dette skulle indikere at det typiske blågrønnbakterie-samfunnet for sure lokaliteter er i ferd med å bli noe svekket, spesielt i årene med størst økning i pH. Dette samsvarer med tidligere resultater av begroingsalger.

5.3.2 Resultater 2007

Tabell 5.3 viser begroingsalgene på forskjellige stasjoner i 2007. De fleste stasjonene har et algesamfunn som er typisk for litt sure vassdrag, med stort innslag av forsuringstolerante blågrønnbakterier. Det ble i liten grad funnet forsuringstolerante arter (se **Vedlegg C**). Kiselalgesamfunnet antyder at alle lokalitetene er relativt næringsfattige. På noen av stasjonene ble det observert relativt store mengder alger i prøvene (YØY, BRÅ). Dette kan skyldes såkalt ut av innsjøen effekt. Det er vanlig å finne kraftigere algebegroinger i utløpet av en innsjø enn lenger nede i elva.

Tabell 5.3. Begroingsalger på forskjellige stasjoner i Audnavassdraget. x= vanlig. xxx= dominant x(x) = minst to typer.

VASSDRAG:	AUDNA				
STASJON:	BRÅ	KON	BUH	YØY	ØØY
ÅR: 2007. 1 - 2.9.					
BLÅGRØNNALGER:					
Stigonema mamillosum	x	x	x	x	xxx
Stigonema minutum	x				
Scytonema				x	
Schizothrix		x	x		x(x)
BG-biofilm smale tråder			x		
KISELALGER					
Eunotia	x	x	x	x	x
Tabellaria flocculosa	x	x	x	xxx	x
Achnanthes					x
Frustulia rhomboides	x				x
Små båtform. kiselalger	x		x	x	x
Cymbella spp.			x		x
GRØNNALGER					
Desmidiaceer små					x
Meugeotia			x		
Bulbochaete		x		xxx	
Microspora sp.	x	x	x	xxx	x
ANDRE					
Batrachospermum	xxx			x	

6 Samlet vurdering

6.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse

6.1.1 Vannkjemi

Vannkvaliteten på den lakseførende strekningen av Audna var i deler av 2007 utilfredsstillende sammenlignet med de vannkvalitetsmål som er satt pH lå i perioder i løpet av vinter og vår under vannkvalitetsmålet, men giftig aluminium lå i området 4-20 µg/l (LAI) og syre-nøytraliserende kapasitet (ANC) var høyere enn 20 µekv/. Samme tilstand ble registrert i 2006

Utover sommeren og høsten lå de fleste målingene over pH-målet med unntak av en prøve tatt i midten av september. Årsaken kan være at dosererne i perioder med mye nedbør ikke klarer å kompensere raskt nok. På referansestasjonen, oppstrøms kalkdoserer ved Stedjan øverst i vassdraget, har det i de senere år skjedd en bedring i vannkvaliteten. Fra 1996 fram til og med 2001 lå årsgjennomsnittet for pH omkring 5,5, og har de siste årene økt ytterligere til omkring 5,7. Giftig aluminium (LAI) lå imidlertid i 2007 i området 11-89 µg/l, hvilket var høyere enn forrige år.

Audna tilføres surt vann fra to sidevassdrag: Våråna og Trylandsvassdraget. I store deler av året er vannkvaliteten i Våråna lite tilfredsstillende for overlevelse av fisk. Årsgjennomsnittet for pH i 2007 var 5,5 og varierte mellom 4,8 – 6,5. Innholdet av giftig aluminium (LAI) varierte fra 12 til 124 mg/l med et årsgjennomsnitt på 55 µg/l, hvilket var høyere enn i 2006. Vannet i Trylandsvassdraget er meget surt. I 2007 varierte pH mellom 4,7 og 5,6 med et årsgjennomsnitt på 5,1. Årsgjennomsnitt for LAI i 2007 var 66 mg/l og varierte mellom 33 og 108 mg/l. LAI-konsentrasjonene var noe høyere enn året før. Resultatene over tid indikerer imidlertid en naturlig bedring i vannkvaliteten siden tidlig på 1990-tallet.

6.1.2 Fisk

Kalkingen av Audna har gitt gode resultater for laks både i form av økt produksjon av ungfisk og økte fangster. Laksefisket i elva har blitt langt bedre og stabilisert seg på fangster på rundt to tonn. Tettheten av årsunger (0+) av laks karakteriseres som tilfredsstillende. Lavere tetthet av eldre ungfisk enn forventet kan skyldes begrensninger i oppvekstområdene. Økt konkurranse fra laks er en sannsynlig forklaring til redusert sjøaurebestand.

6.1.3 Bunndyr

Bunndyrsamfunnet i den kalkete delen indikerer betydelig mindre forsuretskader etter at kalkingen startet i 1985. I den delen av vassdraget som ikke kalkes, viser bunndyrene forsuretskader. Flere av lokalitetene som ikke er kalket har overraskende høye indeksverdier, som gir inntrykk av god vannkvalitet. Det er imidlertid indikasjoner på at vannkvaliteten er blitt noe dårligere både i kalket og ukalket del etter 2004.

6.1.4 Vannvegetasjon

Krypsiv ble ikke registrert som dominerende på noen av prøvelokalitetene i 2007. Dette kan skyldes store nedbørsmengder i juli måned. Det ble ikke funnet noen store endringer i surhetstolerante og svakt forsuringstolerante vannplantesamfunn i forhold til tidligere undersøkelser. Algesammensetningen er typisk for litt sure vassdrag, med stort innslag av forsuringstolerante blågrønnbakterier. Det ble i liten grad funnet forsuringstolerante arter. Kiselalgesamfunnet antyder at alle lokalitetene er relativt næringsfattige.

6.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Kalkingsstrategien gir ikke helt tilfredsstillende vannkvalitet da det fortsatt forekommer perioder med gjennombrudd av surt vann i den kalkede delen av vassdraget. Dette gir for høye verdier av giftig aluminium på utsatte strekninger i hovedelva, noe som igjen kan medføre ugunstige forhold for fisk og andre forsuringsfølsomme arter. Kalking av sure sidevassdrag bør vurderes (for eksempel terrengkalking, silikatdosering, og kalking av innsjøer i Trylandsvassdraget). Kalkmengdene ved Stedjan bør ikke reduseres mer enn det som allerede er gjort.

I et notat om optimalisering av avsyringstiltak i bl.a. Audna (Hindar et al. 2005) foreslås det å etablere en ny doserer i Helle-Konsmo-området for å sikre god vannkvalitet på strekningen ned mot Tryland. Det er her foreslått å videreføre dagens doseringsanlegg ved Stedjan i den perioden isen ligger på Ytre Øydnvatn, og at anlegget ved Tryland beholdes, men med en mer optimalisert styring etter vannføring og pH. Sidevassdragene fra øst på strekningen Tryland - Melhusfossen bidrar i perioder med mye vann som kan forårsake områder med pågående Al-polymerisering. Etablering av driftskontroll på Helle- og Trylandsdosererne samt installering av pH-logger på lakseførende strekning for å sjekke stabiliteten i vannkvaliteten i vassdraget er også nevnt som forslag til tiltak.

6.3 Øvrige anbefalte tiltak

Alle primærdata må foreligge (for eksempel i en database hos DN) slik at de blir lett tilgjengelig for senere bruk.

Mer samordning mellom de forskjellige kjemiske og biologiske undersøkelser vil gi et bedre grunnlag for bestemmelse av nåtilstand og endringer i den økologiske status på de forskjellige stasjonene. Det bør tas vannprøver til fosforanalyser samtidig med algeundersøkelsene.

Ettersom man i de siste årene har registret flere sjøsalt-episoder på vest- og sørlandet, og man ikke kan regne med færre slike episoder i framtiden, bør DN utarbeide en strategi for håndtering av sjøsaltepisoder (varsling og beredskap).

Som grunnlag for biotopjusterende tiltak, bør gjennomføres en bonitering/habitatkartlegging i lakseførende del av Audna, tilsvarende den i Kvina, Mandal- og Tovdalselva for å dokumentere dagens tilstand mht. gyting og gyte- og oppvekstområder.

7 Referanser

- 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.
- Barlaup, B.T., S.E. Gabrielsen og Kleiven, E. 2006. Audna. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1. s. 80-83.
- Direktoratet for naturforvaltning 1996. Arbeidsmøte i FoU-utvalget. Kalking., 19.-20. februar 1996.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2007. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. Notat 2007-2.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2006. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. Notat 2006-1.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2001. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2001. Notat 2001-2.
- Fjellheim, A. og Raddum, G.G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science of the Total Environment* 96: 57-66.
- Fjellheim, A. og Raddum, G.G. 2006. Audna. 4 Bunndyr. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-Notat ; 1-2006, s. 84.
- Hindar, A. & Enge, E. 2006. Sjøsaltepisoder under vinterstormene i 2005 – påvirkning og effekter på vannkjemi i vassdrag. NIVA-rapport 5114-2006, 48 s.
- Hindar, A., Kaste, Ø. & Kroglund, F. 2005. Optimalisering av avsyringstiltak i Audna, Lygna og Kvina. NIVA, Notat 2005.
- Kroglund, F., Hesthagen, T., Hindar, A., Raddum, G.G., Staurnes, M., Gausen, D. & Sandøy, S. 1994. Sur nedbør i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak. Utredning for DN, nr. 1994-10. 98 s.
- Lie, A. 1999. Høyere vannvegetasjon i Audna. *Natur i Sør. Agder naturmuseums rapportserie 1990-1.*
- Lindstrøm, E-A m.fl. 2004. Vannvegetasjon i norske vassdrag. Kritiske grenseverdier for forsuring. Effekter av kalking. NIVA.
- Meteorologisk institutt 2007. Nedbørhøyder for 2007 fra meteorologisk stasjon Vigmostad samt normalperioden 1961-1990. Meteorologisk institutt, 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.*
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Berger, H. M., Kleiven, E., Pavels, H., Smedstad, F. 2007. Audna. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-Notat ; 2-2007, 4 s.
- Økland, J. 1990. *Lakes and snails. Universal book services, Oegstgeest.*
- Weideborg, M. 2007. Audna. Kap. 2. Vannkjemi. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-notat 2007-2.

Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi 2007

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	Tot-P	Total fosfor
Alk-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
RAI	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat	Si	Silisium
ILAI	Ikke-lablitt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Lablitt aluminium	K	Kalium				

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	RAI	ILAI	LAI	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	ANC	Si
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	02.01.2007	5,4	1,02	0,03	0	138	94	44	5,4	2,61	0,35	2,60	0,31	4,4	1,9	147	397	39	26	1,110
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	05.02.2007	5,4	1	0,01	0	169	96	73	4,1	3,15	0,40	2,89	0,3	5,9	1,8	147	253	5	1	1,040
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	05.03.2007	5,2	1,02	0,02	0	173	84	89	3,4	3,23	0,41	3,05	0,29	6,1	1,9	188	220	3	1	1,060
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	26.03.2007	4,9	0,96	0,01	0	170	89	81	3,7	2,84	0,37	2,95	0,31	5,1	1,9	168	367	3	19	1,000
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	07.05.2007	5,8	1,03	0,04	10	101	71	30	3,3	2,71	0,36	3,05	0,3	5,2	1,8	142	290	3	26	0,850
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	04.06.2007	5,4	1,1	0,01	0	90	57	33	2,7	2,72	0,35	2,90	0,3	5,3	1,9	117	388	5	18	0,715
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	02.07.2007	5,9	1	0,04	10	63	50	13	2,5	2,68	0,37	2,65	0,29	5	1,9	110	230	9	12	0,698
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	06.08.2007	5,8	0,92	0,02	0	100	82	18	5,3	2,49	0,30	2,46	0,34	4,2	1,7	94	301	6	23	0,817
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	03.09.2007	5,5	0,99	0,02	0	119	96	23	5,7	2,49	0,32	2,40	0,2	3,95	1,85	90	340	2	26	0,876
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	01.10.2007	5,9	1,09	0,03	0	90	79	11	5,3	2,62	0,32	2,60	0,28	4,32	1,82	120	1280	8	31	0,989
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	05.11.2007	5,7	1,06	0,09	63	111	82	29	4,2	2,68	0,36	3,35	0,38	4,38	1,73	138	400	5	68	0,975
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	03.12.2007	6,3	1,01	0,11	84	120	93	27	4,4	2,78	0,35	3,15	0,38	4,63	1,93	150	720	7	44	1,160
Audna 3	Audna v Audnadal	02.01.2007	6,4	2,11	0,07	42	105	91	14		3,1										
Audna 3	Audna v Audnadal	05.02.2007	6,4	2,17	0,05	21	128	118	10		3,2										
Audna 3	Audna v Audnadal	05.03.2007	6,2	1,92	0,06	32	141	125	16		3,24										
Audna 3	Audna v Audnadal	26.03.2007	6,3	2,05	0,05	21	126	112	14		3,1										
Audna 3	Audna v Audnadal	07.05.2007	6,6	2,05	0,05	21	108	87	21		3,2										
Audna 3	Audna v Audnadal	04.06.2007	6,7	2,4	0,06	32	97	76	21		3,29										
Audna 3	Audna v Audnadal	02.07.2007	6,5	2	0,09	63	74	61	13		3,26										

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk mmol/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	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	ANC µekv/l	Si mg/l	
Audna 3	Audna v Audnadal	06.08.2007	6,6	1,71	0,05	21	75	67	8	3,04												
Audna 3	Audna v Audnadal	03.09.2007	6,4	1,98	0,09	63	80	73	7	3,3												
Audna 3	Audna v Audnadal	01.10.2007	6,3	1,9	0,09	63	79	68	11	3,01												
Audna 3	Audna v Audnadal	05.11.2007	6,2	2,04	0,09	63	84	74	10	3,17												
Audna 3	Audna v Audnadal	03.12.2007	6,2	1,87	0,1	74	104	91	13	3,19												
Audna 6	Melhusfossen	02.01.2007	6,5	2,77	0,08	53	90	74	16	4,7	4,06	0,47	3,21	0,42	5,9	2,3	258	514	78	97	1,040	
Audna 6	Melhusfossen	05.02.2007	6,3	1,91	0,03	0	124	112	12	3,9	3,93	0,55	3,58	0,4	7	2,4	277	402	6	43	1,070	
Audna 6	Melhusfossen	05.03.2007	6,4	1,93	0,04	10	136	116	20	3,4	4,32	0,60	4,16	0,41	8,3	2,3	360	450	6	37	1,050	
Audna 6	Melhusfossen	26.03.2007	6,3	2,19	0,04	10	116	103	13	3,3	3,72	0,50	3,74	0,42	6,3	2,3	311	687	3	81	1,010	
Audna 6	Melhusfossen	07.05.2007	6,7	2,39	0,05	21	85	68	17	3,1	4,1	0,53	4,22	0,5	6,9	2,4	313	498	3	97	0,904	
Audna 6	Melhusfossen	04.06.2007	6,3	1,8	0,03	0	73	58	15	2,6	3,75	0,50	3,90	0,39	6,7	2,3	224	497	5	59	0,550	
Audna 6	Melhusfossen	02.07.2007	6,2	1,6	0,07	42	82	72	10	4,3	3,67	0,46	3,36	0,37	6,4	2,3	200	400	10	31	0,701	
Audna 6	Melhusfossen	06.08.2007	6,5	1,85	0,05	21	71	65	6	4,6	3,55	0,46	3,08	0,44	6,6	2,4	289	482	5	22	0,886	
Audna 6	Melhusfossen	03.09.2007	6,9	2,5	0,1	74	68	64	4	4,9	4,3	0,54	3,30	0,4	5,48	2,43	380	620	7	98	1,220	
Audna 6	Melhusfossen	01.10.2007	6,3	1,83	0,04	10	100	87	13	5,6	3,49	0,45	3,30	0,37	5,64	2,15	230	570	13	63	1,030	
Audna 6	Melhusfossen	05.11.2007	6,2	2,12	0,11	84	93	86	7	4,4	3,67	0,50	4,34	0,53	5,57	2,3	290	600	10	128	1,160	
Audna 6	Melhusfossen	03.12.2007	6,3	2,03	0,1	74	122	112	10	5,1	3,53	0,43	3,59	0,4	5,03	2,33	270	570	10	96	1,250	
Audna 8a	Våråna, Vårdal	02.01.2007	4,8	0,7	0,02	0	174	89	85		2,97											
Audna 8a	Våråna, Vårdal	05.02.2007	4,9	0,99	0,01	0	195	71	124		3,65											
Audna 8a	Våråna, Vårdal	05.03.2007	5,2	1,05	0,01	0	196	84	112		3,34											
Audna 8a	Våråna, Vårdal	26.03.2007	4,8	0,83	0,01	0	182	85	97		2,97											
Audna 8a	Våråna, Vårdal	07.05.2007	6,1	1,39	0,02	0	71	51	20		2,99											
Audna 8a	Våråna, Vårdal	04.06.2007	6,1	1,5	0,03	0	73	52	21		3,04											
Audna 8a	Våråna, Vårdal	06.08.2007	5,5	1	0,05	21	137	103	34		2,42											
Audna 8a	Våråna, Vårdal	06.08.2007	5,8	0,98	0,02	0	126	111	15		2,39											
Audna 8a	Våråna, Vårdal	03.09.2007	6,5	1,55	0,04	10	91	79	12		3,2											
Audna 8a	Våråna, Vårdal	01.10.2007	5,4	0,96	0,05	21	193	144	49		2,69											
Audna 8a	Våråna, Vårdal	05.11.2007	5,6	1,05	0,05	21	165	126	39		2,87											
Audna 8a	Våråna, Vårdal	03.12.2007	5,1	0,57	0,05	21	216	163	53		2,41											

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk mmol/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	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	ANC µekv/l	Si mg/l	
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	02.01.2007	5	0,86	0,02	0	134	80	54		3,46											
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	05.02.2007	4,8	0,77	0,01	0	163	72	91		3,94											
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	05.03.2007	4,8	0,77	0,01	0	173	66	107		3,9											
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	26.03.2007	4,7	0,71	0,01	0	175	67	108		3,83											
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	07.05.2007	4,9	0,74	0,01	0	138	39	99		3,5											
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	04.06.2007	5,1	0,77	0,01	0	101	32	69		3,31											
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	02.07.2007	5,2	0,7	0,03	0	97	36	61		3,32											
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	06.08.2007	5,2	0,66	0,01	0	105	67	38		2,73											
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	03.09.2007	5,6	0,77	0,04	10	110	77	33		3,4											
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	01.10.2007	5,4	0,79	0,04	10	135	90	45		3,07											
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	05.11.2007	5,5	0,87	0,05	21	135	99	36		3,11											
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	03.12.2007	5,2	0,78	0,06	32	164	112	52		3,08											

Vedlegg B.

Bunndyr data, juni og september 2007

Antall individer av ulike arter av bunndyr i sparkeprøver fra ulike lokaliteter i Audna i juni 2007.

Audna juni 2007	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
GASTROPODA															
<i>Lymnaea peregra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2*	-	-	-	8*
LAMMELIBRANCA															
<i>Pisidium</i> spp.	-	-	-	-	-	2	4	20	-	-	-	-	-	-	16
CRUSTACEA															
OSTRACODA	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CLADOCERA															
<i>Daphnia</i> sp.	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eurycercus lamellatus</i>	-	-	-	-	-	-	12	-	4	-	-	-	-	-	4
<i>Polyphemus pediculus</i>	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
Ubestente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COPEPODA															
Calanoida	-	-	-	-	-	-	-	48	-	-	-	-	-	-	-
Cyclopidae	-	-	-	-	-	2	32	8	-	-	-	-	4	-	-
Harpacticoida	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
EPHEMEROPTERA															
<i>Baëtis rhodani</i>	320	88	36	-	-	-	-	-	-	8	4	4	-	56	-
<i>Baëtis scambusfuscatus</i>	-	-	12	-	-	-	-	-	-	56	16	-	-	32	-
<i>Baëtis subalpinus</i>	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Baëtis</i> sp. (små)	-	-	256	-	-	2	-	-	-	16	6	-	2	84	-
<i>Caenis horaria</i>	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Heptagenia sulphurea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4*	-	-	8	-	-
<i>Leptophlebia marginata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Leptophlebia vespertina</i>	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leptophlebia</i> sp. (små)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Siphonurus alternatus</i>	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-
PLECOPTERA															
<i>Amphinemura borealis</i>	52	24	28	28	24	-	-	-	-	-	-	52	-	4	-
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphinemura</i> sp. (små)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brachyptera risi</i> (små)	44	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-
<i>Diura nanseni</i> (små)	4	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Isoperla grammatica</i>	-	4	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Isoperla</i> sp. (små)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leuctra fusca</i>	72	184	20	44	64	62	-	304	76	112	60	56	212	588	80
<i>Leuctra hippous</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protonemura meyeri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ubestemte, meget små	72	40	24	8	4	4	-	8	24	-	2	16	8	4	-

Audna juni 2007	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
TRICHOPTERA															
<i>Agapetus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	-	-	4	-
<i>Cereclea</i> sp.	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydropsyche angustipennis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4	-	4	8	-
<i>Hydropsyche siltalai</i>	-	-	4	144	30	-	-	8	16	80	2	4	24	16	12
<i>Hydropsyche</i> sp. (små)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydroptilidae ubestemte (1. instar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidostoma hirtum</i>	-	-	8	-	-	2	-	-	-	12	20	12	20	-	12
Leptoceridae ubestemte	-	-	-	-	2	4	20	16	-	40	10	-	28	20	64
Limnephilidae ubestemte	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mystacides azurea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	-	-	-	40	28	6	-	572	72	-	-	-	-	-	-
<i>Oecetis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4	-	-	8	-	4
<i>Oxyethira</i> sp.	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Philopotamidae ubest. (små)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	16	-
Polycentropodidae ubest. (små)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	4	4	-	-	-	4	-	-	8	-	-	12	4	-	-
<i>Rhyacophila nubila</i>	24	-	4	4	-	-	-	-	12	-	2	4	4	-	-
<i>Wormaldia subnigra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ubestemte pupper	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	12
COLEOPTERA															
<i>Elmis aenea</i> (larver)	152	48	20	8	2*	4	-	4	-	16	-	-	4*	12	4*
<i>Elmis aenea</i> (voksne)	20	8	-	-	-	-	-	8	-	-	-	4	-	-	-
<i>Limnius volckmari</i> (larver)	44	172	4	4	4	16	-	12	4	80	68	-	36	128	336
<i>Limnius volckmari</i> (voksne)	8	12	-	-	-	-	-	-	-	20	8	8	-	8	28
<i>Oulimnius tuberculatus</i> (larver)	-	-	-	-	-	2	-	4	4	20	12	4	16	-	12
<i>Oulimnius tuberculatus</i> (voksne)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elodes</i> sp. (larver)	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydraena</i> sp. (voksne)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	-
Dytiscidae ubestemte (voksne)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Gyrinidae ubestemte (larver)	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	-	-
HETEROPTERA															
Gerridae ubest.	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
HYDRA	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
TURBELLARIA	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
NEMATODA	-	4	4	32	-	-	-	16	4	-	4	4	4	-	8
OLIGOCHAETA	40	32	164	52	52	78	128	36	60	48	46	88	60	32	136
HYDRACARINA	24	40	20	4	4	2	-	28	72	16	10	24	28	40	8
COLLEMBOLA	12	12	-	-	-	2	36	-	-	-	-	-	-	4	4
ODONATA	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	4	-	-	-
DIPTERA															
CHIRONOMIDAE	616	600	284	320	124	72	192	28	600	332	50	276	416	216	448
CERATOPOGONIDAE	-	4	12	-	2	2	12	28	-	12	6	28	-	40	16
SIMULIIDAE	32	280	32	8	10	4	-	44	4	24	-	56	24	128	-
TABANIDAE	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	4	-	-
EMPIDIDAE	-	4	20	4	-	-	-	-	16	20	8	20	16	12	4
LIMONIDAE	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TIPULIDAE	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
EPHYDRIDAE	4	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RHAGONIDAE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MUSCIDAE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Antall individer av ulike arter av bunndyr i sparkeprøver fra ulike lokaliteter i Audna i september 2007.

Audna sept. 2007	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
GASTROPODA															
<i>Lymnaea peregra</i>	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
LAMMELIBRANCA															
<i>Pisidium</i> spp.	-	-	-	-	4	12	36	-	-	-	-	-	-	-	-
CRUSTACEA															
OSTRACODA	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
CLADOCERA															
<i>Daphnia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eurycercus lamellatus</i>	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polyphemus pediculus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ubestemte	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-
COPEPODA															
Calanoida	-	-	-	-	-	-	-	20	12	-	-	-	-	-	-
Cyclopidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harpacticoida	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPHEMEROPTERA															
<i>Baëtis rhodani</i>	-	-	-	56	64	-	-	-	-	-	-	-	-	36	8
<i>Baëtis scambusfuscatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Baëtis subalpinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Baëtis</i> sp. (små)	16	4	112	168	16	4	-	-	-	36	4	4	-	52	20
<i>Caenis horaria</i>	-	-	-	-	-	4	28	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>	-	-	-	-	-	20	264	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Heptagenia sulphurea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	4	-
<i>Leptophlebia marginata</i>	8	12	-	8	-	48	148	-	24	-	-	172	-	-	-
<i>Leptophlebia vespertina</i>	-	12	-	-	-	-	-	-	48	-	-	-	-	-	-
<i>Leptophlebia</i> sp. (små)	8	16	-	-	-	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Siphonurus alternatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLECOPTERA															
<i>Amphinemura borealis</i>	-	-	-	2400	320	-	-	-	56	12	8	56	-	-	-
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	152	120	100	-	-	80	-	16	-	-	-	28	-	8	16
<i>Amphinemura</i> sp. (små)	56	80	88	-	40	280	4	-	12	4	-	-	20	4	20
<i>Brachyptera risi</i> (små)	56	4	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diura nanseni</i> (små)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Isoperla grammatica</i>	32	24	8	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8
<i>Isoperla</i> sp. (små)	72	76	28	40	12	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leuctra fusca</i>	-	4	-	-	4	4	-	-	8	4	4	4	-	8	4
<i>Leuctra hippous</i>	64	28	20	8	-	44	-	-	-	4	4	68	16	4	8
<i>Protonemura meyeri</i>	40	-	24	160	72	4	4	8	-	-	8	68	-	12	12
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	-	4	-	-	-	12	-	-	-	12	4	-	20	4	12
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	16	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ubestemte, meget små	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
TRICHOPTERA															
<i>Agapetus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	16	16	-
<i>Cereclea</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydropsyche angustipennis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	-	-	-	-	16	-	-	4	-	-	8	4	8	8	20
<i>Hydropsyche siltalai</i>	-	-	8	600	400	-	-	8	8	52	-	4	4	40	-
<i>Hydropsyche</i> sp. (små)	-	-	40	1000	8	-	-	20	4	172	-	-	12	88	88
Hydroptilidae ubes. (1. instar)	-	12	-	-	-	8	-	-	20	-	-	24	-	-	-

Audna sept. 2007	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
<i>Lepidostoma hirtum</i>	-	4	4	-	12	-	-	-	8	8	48	40	24	-	4
<i>Leptoceridae</i> ubestemte	-	-	-	8	12	12	-	24	24	4	4	-	24	16	12
<i>Limnephilidae</i> ubestemte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-
<i>Mystacides azurea</i>	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	-	-	36	48	340	560	160	3700	168	-	-	-	-	-	-
<i>Oecetis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oxyethira</i> sp.	24	24	-	24	24	60	32	4	44	12	24	24	12	-	4
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	-	-	-	-	4	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Philopotamidae</i> ubest. (små)															
<i>Polycentropodidae</i> ubest. (små)	16	80	92	168	80	280	120	-	80	-	8	56	20	-	12
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	-	4	4	16	44	48	16	4	32	-	-	64	-	-	4
<i>Rhyacophila nubila</i>	-	4	16	64	24	-	-	8	-	8	-	16	4	8	4
<i>Wormaldia subnigra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Ubestemte pupper	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COLEOPTERA															
<i>Elmis aenea</i> (larver)	544	60	8	80	28	4	-	12	-	4	-	4	-	36	36
<i>Elmis aenea</i> (voksne)	56	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Limnius volckmari</i> (larver)	152	116	-	56	28	332	8	16	-	4	124	-	92	104	208
<i>Limnius volckmari</i> (voksne)	-	8	-	-	4	8	-	-	-	-	-	-	-	8	8
<i>Oulimnius tuberculatus</i> (larver)	-	4	-	-	-	116	180	32	4	4	32	16	20	8	16
<i>Oulimnius tuberculatus</i> (voksne)	-	-	-	-	-	20	4	-	-	-	4	4	-	-	-
<i>Elodes</i> sp. (larver)	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydraena</i> sp. (voksne)	8	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-
Dytiscidae ubestemte (voksne)	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-
Gyrinidae ubestemte (larver)	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	4	-	-	-	-
HETEROPTERA															
Gerridae ubest.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HYDRA						8	20	-	-	-	-	-	-	-	-
TURBELLARIA															
NEMATODA				16	-	4	-	-	20	-	-	-	-	-	-
OLIGOCHAETA	24	32	24	136	28	128	68	60	156	16	40	32	88	32	56
HYDRACARINA	128	80	28	48	44	96	24	28	-	-	20	84	28	12	24
COLLEMBOLA	-	-	4	-	-	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-
ODONATA															4
DIPTERA															
CHIRONOMIDAE	1800	1000	1200	4800	1000	2800	400	240	1600	600	350	1200	2000	800	600
CERATOPOGONIDAE	8	-	4	-	-	4	28	-	-	-	36	-	-	-	12
SIMULIIDAE	200	104	52	256	460	8	-	16	-	-	20	48	4	28	-
TABANIDAE	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EMPIDIDAE	-	-	20	-	4	8	4	-	12	12	-	12	4	16	68
LIMONIDAE	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TIPULIDAE	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
EPHYDRIDAE	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
RHAGONIDAE	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
MUSCIDAE	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Vedlegg C

Forekomst av blågrønnbakterier innenfor forskjellig pH-intervaller (mod. fra Lindstrøm et al. 2004)

	vanlig xx	pH intervaller						
	dominant	<5	5.0-5.5	5.6-6.0	6.1-6.5	6.6-7.0	7.1-7.5	>7.5
Siphonema polonicum								
Stigonema cf. robustum								
STIGONEMA HORMOIDES								
BG filter 2-4um, grenet	dominant							
Hapalosiphon hibernicus	dominant							
Stigonema spp.	dominant							
Hapalosiphon fontinalis	dominant							
Rhabdoderma lineare	dominant							
Scytonema mirabile	xx dominant							
BG filter 1-2um, ugrenet	dominant							
Merismopedia spp.								
Capsosira brebisonii	xx dominant							
Gloeocapsopsis magma	xx dominant							
Scytonemopsis starmachii	xx dominant							
Stigonema mamillosum	xx dominant							
Merismopedia punctata	xx							
Calothrix fusca								
Lyngbya perlegans	xx							
Coleodesmium sagarmathae	xx							
Cyanophanon mirabile	xx							
Chamaesiphon minutus	xx							
Tolypothrix penicillata	xx							
Chamaesiphon fuscus	xx							
Calothrix gypsohila	xx							
Chamaesiphon rostafinskii	xx							
Schizothrix sp3(1-2u, 3-6u, blågrå)								
Schizothrix lacustris								
Chamaesiphon confervicola	xxx							
Clastidium setigerum	xx							
Chamaesiphon subglobosus								
Chamaesiphon polymorphus								
Schizothrix latierita								
Calothrix ramenskii								
Calothrix spp	dominant							
Homoeothrix varians								
Homoeothrix batrachospermorum	dominant							
Phormidium autumnale	xx dominant							
Chamaesiphon britannicus								
Homoeothrix janthina								
Chamaesiphon amethystinum								
Chamaesiphon incrustans								
Schizothrix sp2(2-3u, blålilla)								
Schizothrix sp4(heteropolar, grå/gul)								
Tolypothrix distorta	xx							
Nostoc	xx							
RIVULARIA BIASOLETTIANA	xx							

	vanlig xx	pH intervaller						
	dominant	<5	5.0-5.5	5.6-6.0	6.1-6.5	6.6-7.0	7.1-7.5	>7.5.
Rivularia spp								
Oscillatoria spp.	xx dominant							
Phormidium spp.	xx dominant							
Tolypothrix saviczii								
Tolypothrix tenuis								
	ikke observeret							
	Vanlig							
	svært vanlig							

Vedlegg C. (forts.)

FORELØPIG UTKAST TIL KLASSIFIKASJONSSYSTEM

(Under utarbeidelse, vi bli utviklet med beskrivelse av enkelte algeindikatorer)

Algenes utvikling er sterkt avhengig av næringstilførsler av fosfor og nitrogen. pH vil imidlertid kunne være bestemmende for algesammensetningen i næringsfattige lokaliteter. Nedenfor er et første utkast til klassifikasjonssystem (tilnærmet i samsvar med SFT's system for total fosfor i vann, TRP = biotilgjengelig fosfor (total reaktivt fosfor), TP = total fosfor). De forsurede vassdragen ligger ofte i klasse 1 eller 2.

Klasse 1. TRP: < 3 µg P/l (TP: < 6 µg P/l):

Klasse 2. TRP: 3 – 6 µg P/l (TP: 6 – 12,5 µg P/l):

pH < 6(6,2). Ofte stor dominans av forsureningstolerante blågrønnbakterier

Stigonema

Hapalosiphon hibernicus/fontinalis

BG-filtre (trådformige og grenete (1 – 4 µm))

Merismopedia spp

Capsosira brebisoni

Gloeocapsa magma

Scytnema

Scytonemopsis

Stigonema mamillosum

Tolypothrix

Calothrix

I sterkt forsurede lokaliteter (pH < 5,5) finnes også forsureningstolerante kiselalger som kan bli dominante, for eksempel *Achnanthes spp*, og diverse båtformede arter (vanskelig å bestemme uten å lage spesialpreparater). Kiselalgene kan bli svært dominante (*Eunotia*, *Frustulia*, *Tabellaria*).

pH > 6,0(6,2) Ofte avtagende dominans av forsureningstolerante blågrønnbakterier og mer dominans av kiselalger og grønnalger.

Stigonema

Tolypothrix

Chamaesiphon

Homeothrix

Nostoc

Calothrix

Lokalitetene kan i tillegg ofte være sterkere belastet med næringsstoffer.

Klasse 3 TRP: 7 – 12,5 µg P/l (TP: 12,5 – 25 µg P/l): Blågrønnbakterier av rentvannstypen mindre og mindre tilstede. Ofte massiv vekst av kiselalger, spesielt *Tabellaria flocculosa*. Sterk forekomst av grønnalger, for eksempel *Zygnema* og *Bulbochaete* er typisk. Noen steder observeres masseforekomst av rødalgen *Batrachospermum*. Ofte meget stort mangfold av alger.

Klasse 4-5 TRP > 12,5 µg P/l (TP > 25 µg P/l): Blågrønnalger av forurensningstypen (*Oscillatoria/Phormidium*) legger seg som et slimaktig belegg på sedimenter/steiner. Mange typer kiselalger, men ikke rentvannsindikatorer. pH ofte > 7