

770

NINA Rapport

Plan om opprusting og utvidelse av Skjerkaanlegget i Mandalsvassdraget – En analyse av mulige effekter på fisk ved en tilleggsregulering av Langevatn-magasinet

Trygve Hesthagen



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Plan om opprusting og utvidelse av Skjerkaanlegget i Mandalsvassdraget – En analyse av mulige effekter på fisk ved en tilleggsregulering av Langevatn-magasinet

Trygve Hesthagen

Hesthagen, T. 2011. Plan om opprusting og utvidelse av Skjerkaanlegget i Mandalsvassdraget – En analyse av mulige effekter på fisk ved en tilleggsregulering av Langevatn-magasinet. - NINA Rapport 770. 28 s.

Trondheim, desember 2011

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2364-5

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Kjetil Hindar (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Agder Energi Produksjon

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Aleksander Andersen

FORSIDEBILDE

Langevatn-magasinet. Foto: Trygve Hesthagen

NØKKEWORD

- Mandalsvassdraget, Vest-Agder
- Fisk (aure)
- Konsekvensutredning
- Vassdragsregulering

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

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

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00
Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

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

Sammendrag

Hesthagen, T. 2011. Plan om opprusting og utvidelse av Skjerka-anlegget i Mandalsvassdraget – En analyse av mulige effekter på fisk ved en tilleggsregulering av Langevatn-magasinet. - NINA Rapport 770. 28 s.

Det foreligger plan om opprusting og utvidelse av Skjerkaanlegget i Mandalsvassdraget. Det består av flere delprosjekter; nytt aggregat i Skjerka kraftverk, ny tunnel mellom Langevatn og Nåvatn med Øygard eller Ljosland kraftverk, og ny dam og økt regulering av Langevatn-magasinet. Denne rapporten gir en vurdering av konsekvensene for fisk av en økt regulering av Langevatn. Magasinet har i dag en reguleringshøyde på 16 m, og dekker et areal på 2,08 km². Langevatn bestod opprinnelig av fire mindre innsjøer. Ved dagens regulering blir vann ført i tunnel fra Langevatn til Nåvatn-magasinet, med maksimal slukeevne på ca 16 m³/s. Den begrensede kapasiteten på denne tunnelen gjør at det tidvis har vært mye flomtap fra magasinet til elva Monn nedstrøms Langevatn. Det er ingen minstevannføring i denne elva, slik at vannføringen i øvre deler består primært av flomtap fra Langevatn. Det er nå utarbeidet en plan om å utvide reguleringen av Langevatn. Den innebærer en heving av HRV med 10 eller 20 m, samt bygging av tunnel mellom Langevatn og Nåvatn, med slukeevne på 20 eller 30 m³/s, og kraftstasjon i fjellet ved Ljosland (Ljosland kraftverk) eller Åstøl/Nåvatn (Øygard kraftverk). Eksisterende tunnel vil kunne fungere som flomtunnel for å minimalisere flomtapet fra Langevatn til Monn. Et alternativ er at HRV for Langevatn ikke blir endret. Men det blir bygget ny tunnel til Nåvatn, med slukeevne på 30 m³/s. Konesjon for reguleringen av Langevatn ble gitt i 1950. I en periode etter dette hadde innsjøen fremdeles en relativt tett aurebestand. I løpet av 1970-tallet gikk den imidlertid tapt pga forsuring. I årene som fulgte ble det først satt ut bekkerøye og seinere vanlig brunaure. På 1990-tallet begynte imidlertid auren å reproducere i tilløpselver og bekker til Langevatn. Dette skyldes at vannkvaliteten i vassdraget hadde blitt betydelig bedre i seinere år. En undersøkelse fra 2003 viste at 44 % av fisken var naturlig rekruttert, mens den hadde økt til 56 % fram til 2009. Alle aldersgrupper fra 0+ til 8+ var nå representert i prøvefiskefangsten (villfisk + settefisk). Det er antatt at aurebestanden i Langevatn i hovedsak blir rekruttert fra hovedvassdraget, dvs innløpselva til Roddeivsvatn opp til Fosstjønn i Ådalen. Både dette tjernet og Nedre Vevatn har nå relativt tette aurebestander. Aurebestanden i Langevatn har økt i takt med denne utviklingen, og den kan nå karakteriseres som middels tett. Denne bestandsøkningen har ført til en betydelig reduksjon i fiskens vekst, størrelse og kvalitet. Langevatn er en sur og næringsfattig lokalitet, og produksjonsevnen er derfor relativ lav.

En heving av vannstanden i Langevatn med 10 eller 20 m i forhold til dagens HRV vil påvirke rekruttering hos aure. Ved HRV+10 m blir elva opp til Fosstjønn neddemt, og dette er den viktigste gyteelva for aurebestanden i magasinet. Fiskeproduksjonen vil også bli redusert ved de foreslåtte tilleggsreguleringene. Dette skyldes både økt reguleringshøyde og forventet vannstandsmanøvrering. Utøvelsen av fiske blir også vanskeligere. Ved HRV+10 m vil Fosstjønn bli neddemt 1,1 m. Ved en ytterligere regulering på 10 m, vil altså denne lokaliteten bli sterkt berørt. Ved HVR+20 m vil Oppsettjønn og et mindre tjern nedstrøms Øyvatt i vest også bli neddemt, med hhv 2,1 og 2,0 m. Følgelig vil HRV+20 m ha en langt større negativ effekt på fiskeproduksjonen enn HRV+10 m. Dette gjelder både Langevatn og tilstøtende innsjøer. Skader på rekrutteringen kan kompenseres ved utsettinger. Det er også mulig å øke den naturlige rekrutteringen i noen av tilløpsbekkene, med habitatforbedrende tiltak, fjerning av vandringsbarrierer og bedring av vannkvaliteten gjennom kalking.

De framlagte planene for en ytterligere regulering av Langevatn med ny overføringstunnel og større slukeevne, innebærer at overløpene fra dammen til Monn blir sterkt redusert. Dette vil spesielt berøre vannføringen i elva ned til Ljoslandsvatn. Denne strekningen har imidlertid ikke lenger noen stedegen aurebestand. Ut fra hensynet til fisk er det derfor ingen hensikt å foreta habitatforbedrende tiltak i form av f.eks. terskelbygging. Det er likevel behov for en viss minste-vannføring i Monn. Det vil bedre vannsirkulasjonen i en mindre lokalitet på denne strekningen (Tjørni). Her er det nå satt ut fisk, og det kan trolig opprettholdes en bestand basert på utset-tinger. En viss minstevannføring i Monn vil også sikre at aure fra Ljoslandsvatn kan gyte på innløpet.

Ved en utbygging av Kvernevatn kraftverk er det kun på strekningen av Ljosåni mellom utløpet av Lille Kvernevatn og eksisterende bekkeinntak som blir berørt. Følgelig blir det ingen end-ringer i vanntilsiget til Ljosåni lengre ned mot Ljoslandsvatn, som er en rekrutteringsstrekning for auren i denne innsjøen.

Trygve Hesthagen, Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685, 7485 Trondheim.
E-post: trygve.hesthagen@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning.....	7
2 Områdebeskrivelse	9
2.1 Beliggenhet og reguleringer	9
2.2 Utsettinger.....	12
3 Metoder	14
3.1 Garnfiske.....	14
3.2 Elfiske	14
3.3 Vannkjemiske analyser.....	14
4 Resultater	15
4.1 Vannkvalitet	15
4.2 Bestandsforholdene hos auren i Langevatn.....	16
4.2.1 Fangstutbytte ved prøvefiske med garn	16
4.2.2 Alder, vekst, størrelse og kondisjon.....	17
4.3 Fangstutbytte ved elfiske.....	19
4.4 Befaring av elve – og bekkelokalteter rundt Langevatn og i Monn	21
5 Diskusjon med forslag til avbøtende tiltak.....	24
6 Referanser	28

Forord

Dette rapporten er utarbeidet på oppdrag for Agder Energi Produksjon (AEP). Den gir en vurdering av konsekvensene for fisk av en planlagt opprusting og utvidelse av Skjerkaanlegget i Mandalsvassdraget. Det består av flere delprosjekter; nytt aggregat i Skjerka kraftverk, ny tunnel med større slukeevne mellom magasinene Langevatn og Nåvatn, med Øygard eller Ljosland kraftverk, og ny dam og økt regulering av Langevatn (10 eller 20 m). Langevatn er i dag regulert med 16 m. I tillegg til tidligere undersøkelser i Langevatn og Monn (2003 og 2009), ligger en befaring høsten 2011 til grunn for de vurderingene som er foretatt i rapporten. Mulige effekter på lakseførende strekning av den planlagte reguleringen, omfattes ikke av denne vurderingen. Rapporten er kvalitetssikret av Odd Terje Sandlund (NINA). Vi takker med dette AEP for oppdraget.

Trondheim desember 2011

Trygve Hesthagen

Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, N-7485 Trondheim,
E-post: trygve.hesthagen@nina.no.

1 Innledning

Øvre deler av Mandalsvassdraget har flere regulerte innsjøer, med Juvatn, Langevatn, Nåvatn og Ørevatn som de største (**figur 1**). Reguleringene ble gjennomført i perioden 1932 til 1961. Rekrutteringen til de stedegne aurebestandene ble sterkt skadet av disse reguleringene, både pga dambygging på utløpene og neddemming av andre gyteområder. Etter hvert ble aurebestandene i disse innsjøene også sterkt rammet av forsuringen, hovedsakelig pga sviktende rekruttering (Gunnerød mfl. 1981). Dette førte til at de stedegne aurebestandene i disse magasinene ble utryddet i løpet av 1960/70-tallet (Sevaldrud & Muniz 1980, Hesthagen & Østborg 2008). Dette rekrutteringstapet ble etter hvert kompensert med utsatt fisk. Men etter hvert som forsuring økte i omfang, døde også denne fisken ut. På 1970-tallet ble det satt i gang utsettinger av bekkerøye, fordi den er betydelig mer tolerant for surt vann en vanlig brunaure.

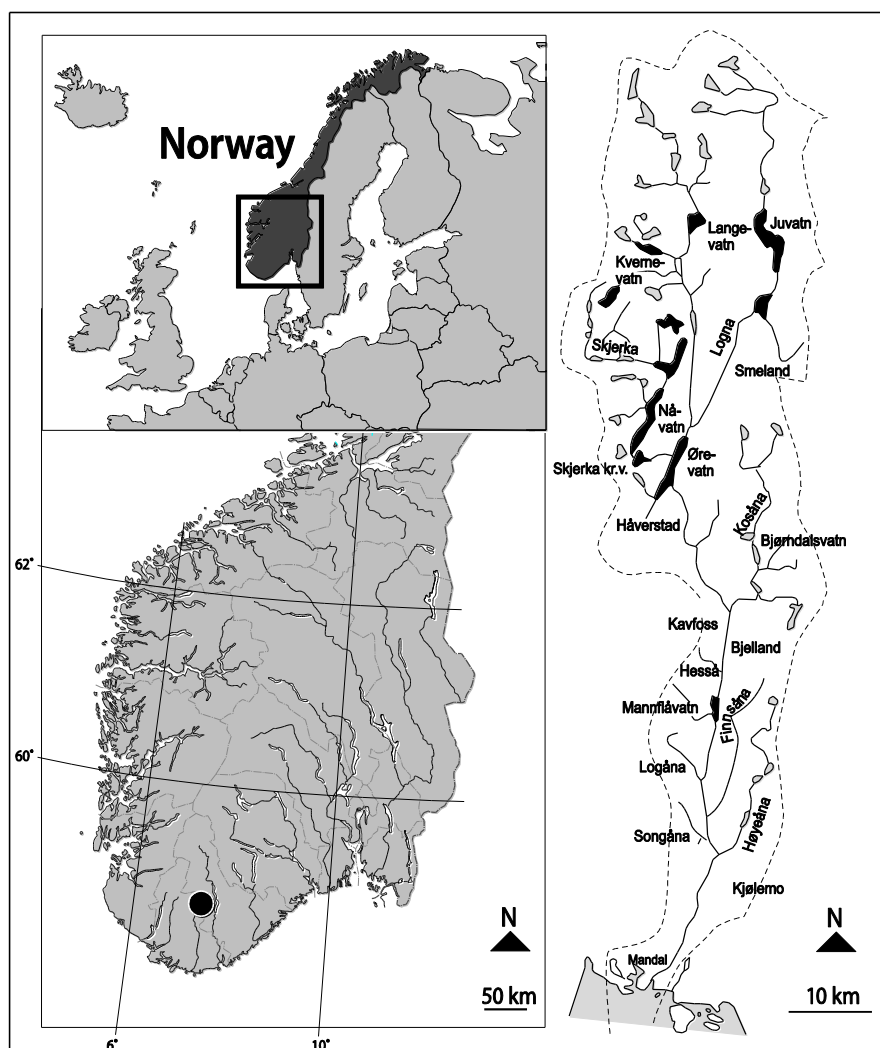
Nåværende regulering av Langevatn innebærer at vann blir ført gjennom en tunnel til Nåvatn (**figur 2**). Den har en maksimal slukeevne på ca 16 m³/s. Den begrensede kapasiteten på overføringstunnelen gjør at det tidvis har vært mye flomtap fra magasinet til utløpselva Monn. Det foreligger ingen konsesjonspålagt minstevannføring i denne elva. Følgelig består vannføringen i Monn mellom Langevatn og Ljoslandsvatn primært av flomtap fra Langevatn. Det er nå utarbeidet en plan om å utvide reguleringene i vassdraget med følgende to delprosjekter: (i) Etablering av Ljosland eller Øygard kraftverk (ved Åstøl innerst i magasinet), basert på ny tunnel mellom Langevatn og Nåvatn. Kraftverket er planlagt med to alternative tunneler, med slukeevne på hhv. 20 og 30 m³/s. For begge utbyggingsalternativene vil det bli etablert omløp forbi kraftstasjonen, slik at det kan tappes vann forbi når stasjonen måtte være ute av drift. Eksisterende tunnel vil også kunne fungere som flomtunnel for å minimalisere flomtapet fra Langevatn til Monn. Samlet overføringskapasitet til Nåvatn blir på 65 m³/s. Den planlagte reguleringen innebærer også endrede vannstandsforhold i flere magasiner inkludert Store Kvernevatn, samt i Monn nedstrøms Langevatn (Magnell 2011). Magasinet vil få økt tilsig, da dagens tunnel vil bli benyttet til overføring av tilsig fra eksisterende inntak. Det vil bli økt vannføring til Nåvatn, og dermed også til Skjerka kraftverk. Det innebærer av denne delen av vassdraget får økt avrenning, ned til Ørevatn. Strekningen av Monn nedstrøms Langevatn vil altså flomvannføringen bli betydelig redusert etter de framlagte planene, idet perioder med vannslipp over dam vil bli vesentlig færre enn i dag. Både Langevatn og Store Kvernevatn vil altså bli inntaksmagasiner for Ljosland kraftverk, og dette vil påvirke vannstandsforholdene i dem begge. Det samme vil gjelde Ljoslandsvatn. (ii) Utvidelse av Skjerka kraftverk med et nytt aggregat (aggregat 2). Dette vil gi hydrologiske endringer i vassdraget både oppstrøms og nedstrøms kraftverket. I tillegg til ny tunnel mellom Langevatn og Nåvatn, foreligger det tre alternativer til framtidig regulering av Langevatn (Magnell 2011). Pga ny forskrift for damsikkerhet, er det overveiende sannsynlig at nåværende dam på utløpet av Langevatn etter hvert må erstattes med ny dam. De tre alternativene er: (i) HRV som i dag (kote 683,6, areal 2,08 km² og volum 22 mill. m³), (ii) øke HRV med 10 m (kote 693,6 m, areal 2,65 km² og volum 46 mill. m³) og (iii) øke HRV med 20 m (kote 703,6, areal 3,35 km² og volum 72 mill. m³). Den nye dammen er planlagt lokalisert på samme sted som eksisterende dam. Reguleringen innebærer å heve HRV, mens LRV beholdes uendret. I tillegg er det planlagt et småkraftverk med inntak i Lille Kvernevatn. Det blir ingen endringer knyttet til vanntilsiget i utløpsbekken, Ljosåni, nedstrøms eksisterende bekkeinntak. Ingen av de framlagte planene vil medføre nye inngrep som vil påvirke uregulerte elvestrekninger, med unntak av de tilløpsbekkene som blir neddemt ved økt HRV i Langevatn.

Denne rapporten er en konsekvensvurdering av den planlagte opprustingen og utvidelsen av Skjerkaanlegget med hensyn til fisk. Materialet bygger på (i) vannkjemiske og fiskebiologiske undersøkelser i Langevatn i 2003 og 2009 (jfr. Hesthagen 2003, 2005, Hesthagen mfl. 2010, (ii) elfiske i 25 elve- og bekkelokaliteter i tilknytning til Langevatn og Monn i 2009 og 2011, og (iii) en befaring av de områdene som berøres av de planlagte reguleringene høsten 2011.

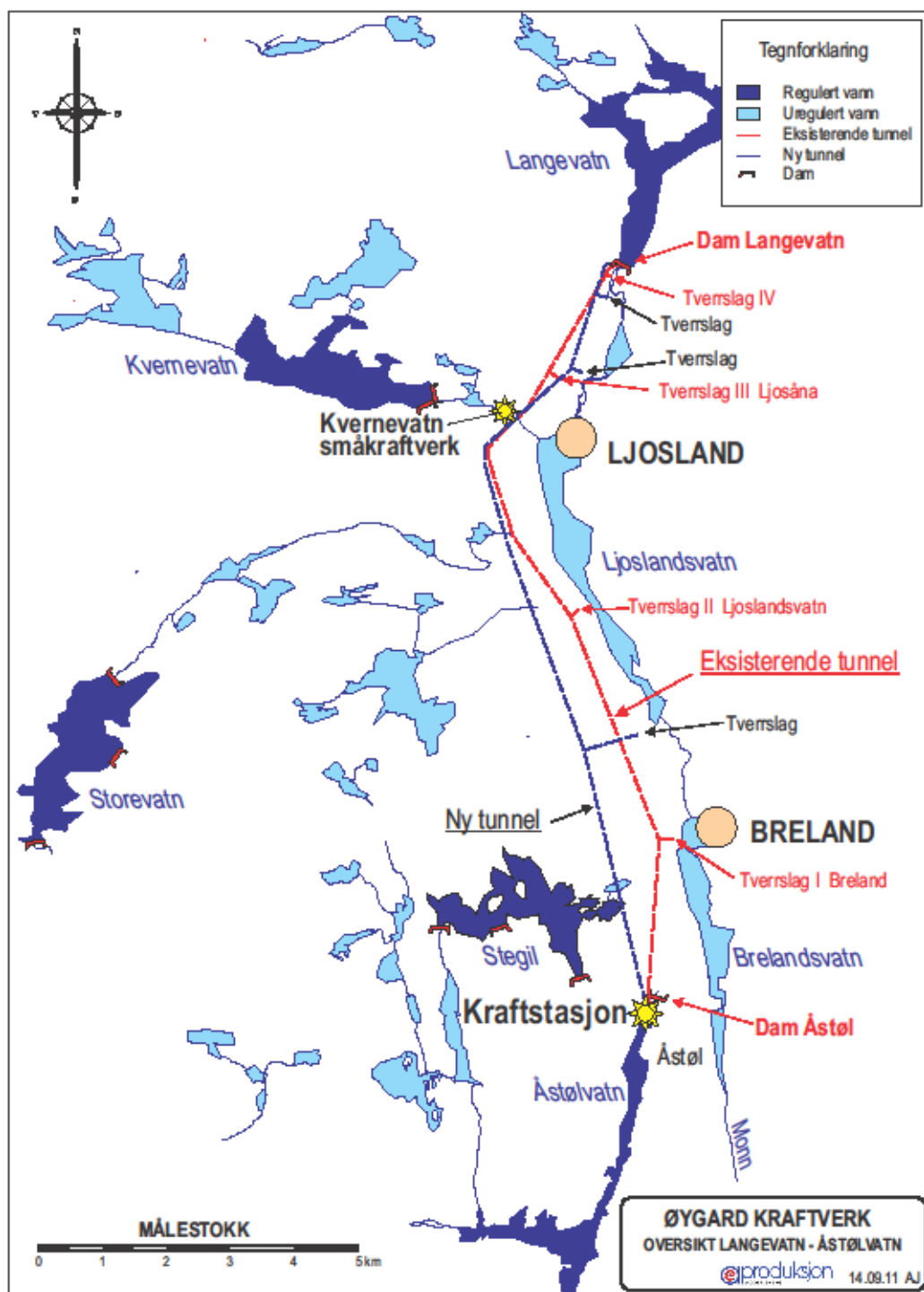
2 Områdebeskrivelse

2.1 Beliggenhet og reguleringer

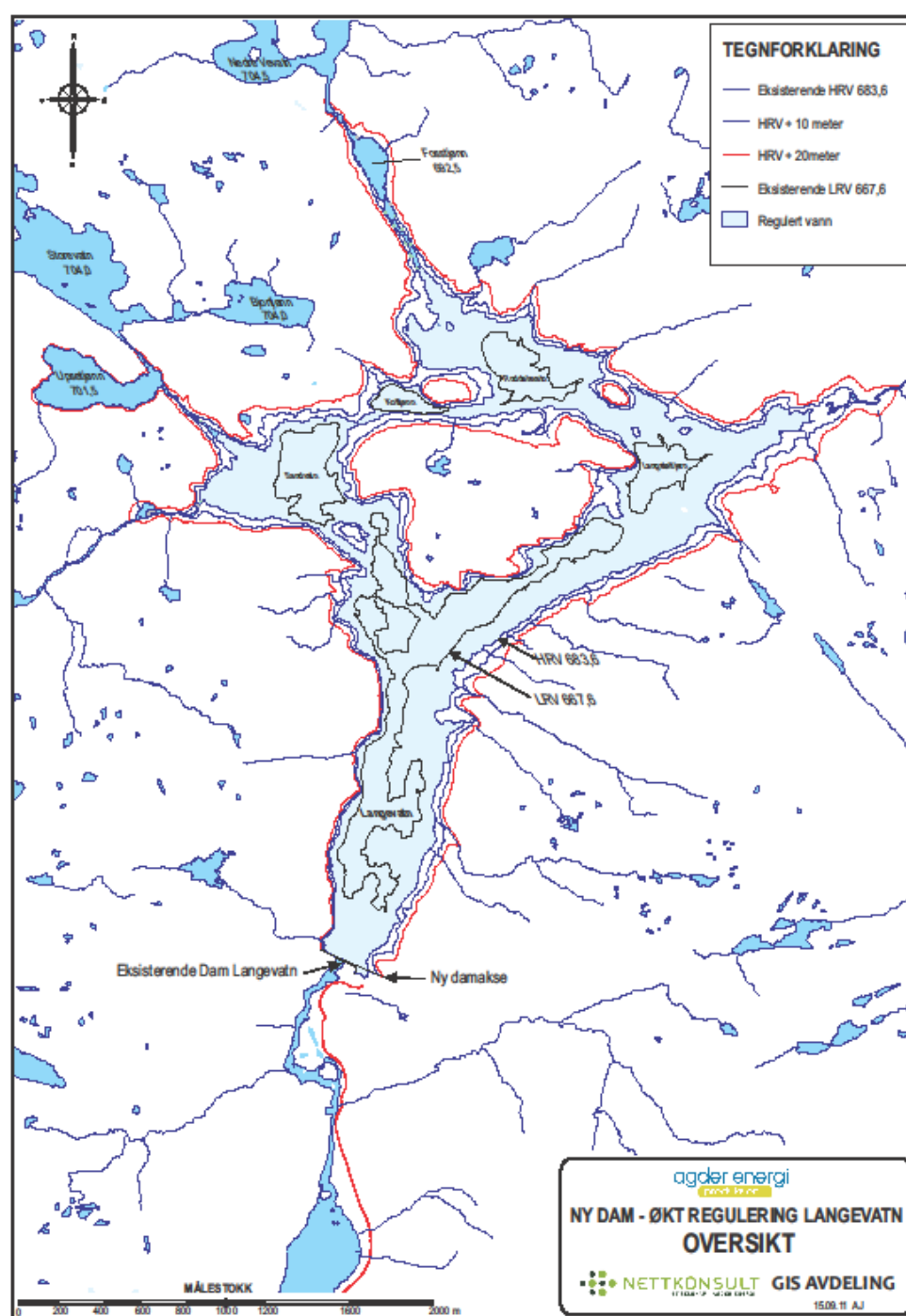
Langevatn (vann- og magasin nr 1164 og 307) ligger i Åseral kommune i nordøstlige deler av Mandalsvassdraget (**figur 1**). Nedbørfeltet dekker et areal på 224 km², og magasinet er lokalisert i bjørkeregionen. I Langevatn legger isen seg vanligvis tidlig i november, og isforholdene er relativt stabile etter islegging (Tvede 1993). Det ble gitt tillatelse til reguleringen av Langevatn og Store Kvernevatn ved kgl. res. av 11. desember 1950. Dette magasinet består av de fire innsjøene Langevatn, Sandvatn, Roddeivsvatn og Langstøltjern (heretter kalt Langevatn). Reguleringshøyden er 16,0 m, fra 667,6 til 683,6 m o.h. Det er en selvpålagt fyllingsrestriksjon på sommeren, idet vannstanden ikke skal underskride kote 675,0 fra midten av juni til midten av september (Magnell 2011). Magasinet dekker et areal på 207,98 hektar ved HRV. Vann fra Langevatn og Store Kvernevatn blir i dag ført i tunnel til Nåvatn og videre til Skjerkavatn (Hagedalsvatn). Herfra blir det ført videre i tunnel til Skjerka Kraftverk ved Ørevatn, og derfra videre i tunnel til Håverstad Kraftverk ved Mandalselva (**figur 2**).



Figur 1. Lokalisering av Mandalsvassdraget, med nedbørfelt der reguleringsmagasinene er vist i svart.



Figur 2. Kart over Langevatn med overføringstunnell til Nåvatn (Øygard kraftstasjon ved Åstøl).



Figur 3. Langevatn med dagens koter for LRV og HRV, samt koter for HRV+10 m og HRV+20 m.

2.2 Utsettinger

Fra 1970-tallet og fram til slutten av 1990-tallet omfattet utsettingene i Langevatn bare bekkerøye. På 1970-tallet kunne det alternativt settes ut 2 000 villfisk av aure. Fra 1998 og fram til og med 2001 ble det trolig hvert år satt ut 2 000 to-somrig aure (1+). I de to neste årene var det ingen utsettinger i Langevatn. I 2004 ble det satt i gang utsettinger av énsomrig settefisk, med 2 000 individ (**tabell 1**). Året etter økte antallet til 3 000 individ, eller 14,4 pr. hektar. Utsettingene i Langevatn har vært trappet ned i de siste årene, til 1 000 individ i 2010. I 2011 ble imidlertid utsettingen igjen økt, til 3 000 individ.

Tabell 1. Utsettinger av énsomrig aure i Langevatn fra 2004 og fram til og med 2011.

År	Antall	Antall pr. hektar (HRV)
2002	0	0
2003	0	0
2004	2 000	9,6
2005	3 000	14,4
2006	0	0
2007	1 500	7,2
2008	1 500	7,2
2009	1 500	7,2
2010	1 000	4,8
2011	3 000	14,4

Fram til og med 2001 hadde den utsatte auren sin opprinnelse i stamfisk fra Birkelandsvatn i Marnadal kommune (Kristian Hestvåg, pers. medd.). Siden 2002 er all utsatt fisk i regulerte innsjøer i Mandalsvassdraget avkom av Sandvassaure. Den innsjøen ligger nedstrøms Juvatn-magasinet øst for Langevatn. Her har det vært fanget stamfisk med ruse og elektrisk fiskeapparat på innløpet. I Sandvatn har det for øvrig vært forsterkningsutsettinger. Gytemodne individ av utsatt fisk (fettfinneklippet) har imidlertid ikke vært benyttet som stamfisk. Gytefisk fra Sandvatn ble transportert til Finså klekkeri for stryking, hvor den også ble produsert. I 2006, 2007 og 2008 var gjennomsnittlig lengde \pm Sd hos settefisken henholdsvis 64 \pm 3, 67 \pm 4 og 65 \pm 3 mm (Hesthagen & Haugland 2009). All fisk som har vært satt ut i innsjøer i Mandalsvassdraget i de siste årene har vært merket ved å fjerne fettfinnen. Fisken har vært satt ut i slutten av juni måned.



På innløpet av Langstøltjern er det en reproduserende bestand av bekkerøye.

3 Metoder

3.1 Garnfiske

I Langevatn er det tidligere gjennomført prøvafiske både i 2003 og 2009, og dette materialet benyttes ved vurderingen bestandsforholdene hos aure (jfr. Hesthagen 2003, Hesthagen mfl. 2010). Prøvefisket ble begge årene gjennomført med 29 bunngarn av typen Nordiske oversiktsgarn fordelt på 8 stasjoner i alle de fire opprinnelige innsjøene. Hvert garn er 30 m langt og 1,5 m dypt, og dekker følgelig et areal på 45 m². Hvert garn er delt inn i 12 segmenter med disse maskeviddene: 5.0, 6.3, 8.0, 10.0, 12.5, 15.5, 19.5, 24.0, 29.0, 35.0, 43.0 og 55.0 mm (Appelberg mfl. 1995). Det innebærer at på hvert garn er hver maskevidde representert med et areal på 2,5 m x 1,5 m (3,75 m²). Garn ble satt i fire dybdeintervaller: 0-3 (n=8), 3-6 (n=8), 6-12 m (n=8) og 12-20 m (n=5). Utbyttet blir uttrykt som antall individ fanget pr. 100 m² garnareal pr. natt, eller ca 12 timers fiske (Cpue). I 2011 ble det satt fire slike oversiktsgarn i strandsonen (0-3 m dyp) til Tjørni nedstrøms Langevatn.

For all garnfanget fisk ble det registrert lengde (nærmeste mm), vekt (nærmeste gram), kjønn og modningsgrad. Det ble tatt skjellprøver, samt øresteiner (otolitter) fra et utvalg individ, til aldersbestemmelse. I 2003 ble all fisk aldersbestemt (n=63), mot 92 individ av totalt 256 i 2009.

Ved prøvetakingen ble det registrert om fisken manglet fettfinne, og dermed var utsatt. Det ble også notert om fisken hadde andre ytre tegn til oppdrett, som slitte eller deformerte finner. Fiskens opphav ble også evaluert på grunnlag av skjellene i forbindelse med aldersanalysen.

3.2 Elfiske

Elfiske med et bærbart elektrisk fiskeapparat av typen Paulsen ble gjennomført i ulike tilløpsbekker til Langevatn og i Monn i 2009 og 2011. Hver lokalitet ble avfisket én gang. All fisk ble lengdemålt til nærmeste mm, og ut fra lengdefordelingen ble det skilt mellom énsomrig og eldre individ. Fordi det ble fanget få fisk, ble tettheten beregnet ved å anta en fangstsannsynlighet (p) etter én omgangs elfiske for énsomrig og eldre individ på henholdsvis 0,50 og 0,75.

3.3 Vannkjemiske analyser

Det ble tatt vannprøver fra ymse tilløpsbekker og i selve magasinet nær utløpet både i 2003 og 2009. Prøvene ble analysert mht full ionebalanse for beregning av syrenøytraliserende kapasitet (ANC), dvs summen av base kationer (BC=Ca + Mg + Na + K) minus summen av sterke syrers anioner (SAA=SO₄ + NO₃ + Cl). Ulike aluminiumfraksjoner ble også analysert, inkludert den uorganiske og giftige fraksjonen (Ali). Prøvene ble analysert på Trondheim kommune sitt vannkjemiske laboratorium.

4 Resultater

4.1 Vannkvalitet

Innsjøene i øvre deler av Mandalsvassdraget ligger i et svært forsuringsutsatt område, der vannkvaliteten fortsatt er dårlig. Det er ikke foretatt kalking i denne delen av vassdraget. Blant tilløpsbekkene til Langevatn er den fra Langstøltjern surest, med pH 5,02 (2009). Innholdet av giftig labilt Al (Ali) var 33 µg/L (**tabell 2**). Innløpene fra Roddeivsvatn (hovedinnløpet) og Sandvatn hadde noe bedre vannkvalitet, med pH og giftig aluminium (Ali) på henholdsvis 5,40/5,30 og 20/31 µg/L. Vannkvaliteten i selve magasinet basert på prøver ved dammen, var omtrent den samme som i de to sistnevnte elvene. Næringssaltinnholdet er svært lavt, med 0,19-0,37 mg Ca/L. For Ljoslandsvatn er vannkvaliteten på utløpet noe dårligere enn på innløpet, idet pH var henholdsvis 5,10 og 5,47. Innholdet av Ali er imidlertid omtrent det samme, med 29 og 34 µg/L. Hovedstrengen av Monn ned til Ørevatn er også fortsatt relativt sur, med pH 5,33 og Ali 25 µg/L. Vannkvaliteten i utløpet av Ørevatn er derimot noe bedre, med pH 5,52 i pH, 11 µekv/L i alkalitet og 19 µg/L i Ali. Dette skyldes at vannet fra innløpet i nordøst er påvirket av kalkingen i Logna ved Smeland (Hesthagen 2005). Den syre nøytraliserende kapasiteten (ANC) varierte relativt mye, med fra 1 til 53 µekv/L. Den høyeste verdien ble målt på innløpet til Ljoslandsvatn i 2009, og skyldtes et merkelig høyt innhold av Ca med 0,92 mg/L. Innholdet av NO₃ var også lavt, med 7 µgN/L. I 2003 var eksempelvis verdien 58 µgN/L.

Tabell 2. Vannkjemiske data fra regulerte og reguleringspåvirkede innsjøer i Mandalsvassdraget i 2003, 2004 og 2009. Ali tilsvare labilt Al (Fra: Hesthagen 2003, 2005, Hesthagen mfl. 2010).

År	Lokalitet	Turb	Farge mgPt/L	Kond mS/cm	pH	Alk µekv/L	Ca mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	SO ₄ mg/L
2003	Langevatn: Innl Langstøltj.	0,83	34	9,1	5,49	6	0,37	0,14	0,87	0,14	1,11
2003	Langevatn: Innl Sandvatn	0,78	16	8,1	5,35	0	0,25	0,10	0,74	0,10	0,92
2003	Langevatn: Innl Roddeivsvt.	0,67	11	8,5	5,46	0	0,36	0,10	0,74	0,09	1,06
2003	Langevatn: Dam	0,97	16	8,2	5,27	0	0,27	0,10	0,62	0,09	0,89
2009	Langevatn: Innl Langstøltjern	0,67	50	10	5,02	0	0,22	0,09	0,65	0,04	0,54
2009	Langevatn: Innl Sandvatn	0,57	24	9	5,30	2	0,19	0,09	0,74	0,04	0,60
2009	Langevatn: Innl Roddeivsvt.	0,47	15	9	5,40	3	0,24	0,09	0,71	0,05	0,63
2009	Langevatn: Dam	1,70	22	9	5,32	4	0,24	0,09	0,73	0,08	0,60
2003	Ljoslandsvt.:Innl Langevatn	0,97	16	8,2	5,27	0	0,27	0,10	0,62	0,09	0,89
2009	Ljoslandsvt.:Innl Langevatn	0,57	85	14	5,47	17	0,92	0,14	1,17	0,07	1,41
2009	Ljoslandsvatn: Utløp	0,71	73	12	5,10	2	0,51	0,13	0,79	0,10	0,84
2004	Brelandsvatn: Innløp	0,86	35	10,7	5,84	20	0,66	0,17	0,81	0,15	1,38
2009	Ørevatn: Innløp Monn	0,90	60	12	5,33	8	0,60	0,14	1,00	0,12	1,14
2009	Ørevatn: Utløp	0,80	41	11	5,52	11	0,54	0,12	0,91	0,09	0,93
År	Lokalitet	Cl mg/L	NO ₃ µgN/L	Si mg/L	Tot-Al µg/L	Tm-Al µg/L	Om-Al µg/L	Um-Al µg/L	Pk-Al µg/L	TOC mg/L	ANC µekv/L
2003	Langevatn: Innl Langstøltj.	0,88	12	0,18	128	42	29	13	86		22
2003	Langevatn: Innl Sandvatn	0,91	56	0,19	115	47	22	25	68		7
2003	Langevatn: Innl Roddeivsvt.	1,04	51	0,15	72	35	12	23	37		6
2003	Langevatn: Dam	0,98	58	0,27	103	51	18	33	52		1
2009	Langevatn: Innl Langstøltj.	0,84	16	0,23	146	90	57	33	56	6,8	11
2009	Langevatn: Innl Sandvatn	0,95	32	0,30	131	68	37	31	63	3,6	8
2009	Langevatn: Innl Roddeivsvt.	1,01	35	0,28	74	43	22	21	31	2,6	7
2009	Langevatn: Dam	0,97	35	0,33	127	51	31	20	76	6,9	11
2003	Ljoslandsvatn: Innl Langevt	0,98	58	0,27	103	51	18	33	52		1
2009	Ljoslandsvatn: Innl Langevt.	0,96	7	0,97	253	119	90	29	134	9,9	53
2009	Ljoslandsvatn: Utløp	1,03	36	0,45	193	110	76	34	83	8,2	24
2004	Brelandsvatn: Innløp	1,01	52	0,09	122	40	29	11	82		24
2009	Ørevatn: Innløp Monn	1,18	22	0,35	214	102	77	25	112	7,4	29
2009	Ørevatn: Utløp	1,25	74	0,51	157	74	55	19	83	5,2	19

4.2 Bestandsforholdene hos auren i Langevatn

4.2.1 Fangstutbytte ved prøvafiske med garn

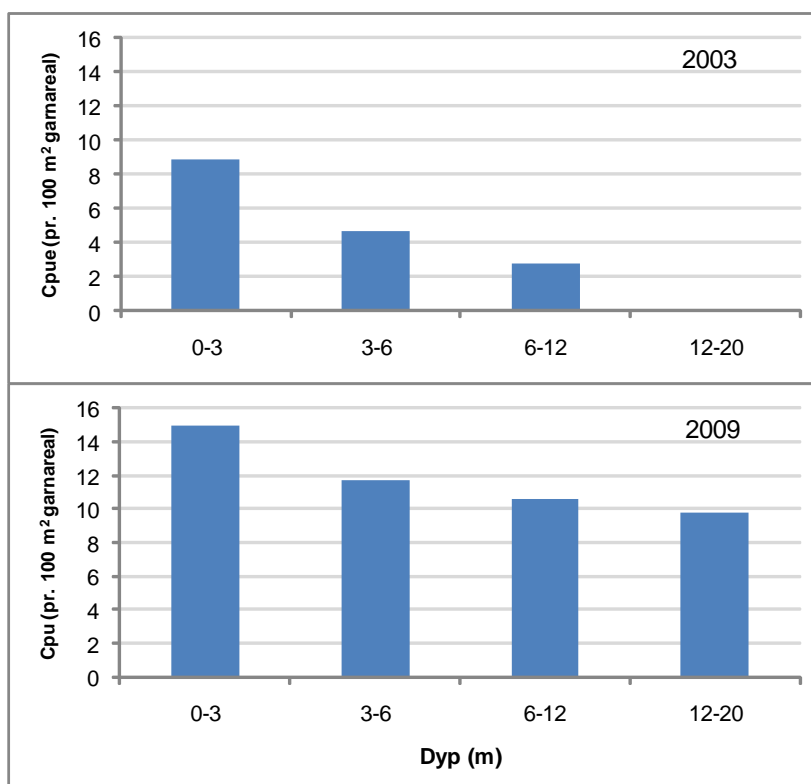
Aurebestanden i Langevatn har økt kraftig i løpet av 2000-tallet. Høsten 2003 hadde magasinet fremdeles en tynn aurebestand, med et utbytte pr. 100 m² garnareal (Cpue) på 4,8 individ. I 2009 var fangsten mer enn dobbelt så høy, med Cpue på 12,0 fisk. Dette utbyttet innebærer at magasinet nå har en noe under middels tett aurebestand.

Forekomsten av utsatt fisk i Langevatn har gått tilbake i løpet av de siste årene. Ved undersøkelsen i 2003 var andelen 56 %, mens den seks år seinere var redusert til 44 %. I 2003 var det bare villfisk blant både 1+ og 2+ (**tabell 3**). Dette skyldtes manglende utsettinger i 2002, og trolig også i 2001. Blant 3-åringene var andelen utsatt fisk 33 %, og den økte med økende alder. I 2009 var all yngel (n=8) og ettåringer (n=15) i fangstene utsatt. Også blant 2-åringene var det en stor andel settefisk (42 %). Blant 3-åringene var det bare naturlig rekruttert fisk pga manglende utsettinger i tre år tidligere. Det forekom ikke utsatt fisk blant de eldre individene i bestanden.

Tabell 3. Antall vill og oppdrettet aure i ulike aldersgrupper i prøvafiskefangstene fra Langevatn i 2003 og 2009. Materialet i 2009 omfattes bare av de som ble aldersbestemt (n=92). Resultatene fra undersøkelsen i 2009 er tidligere publisert (Hesthagen mfl. 2010). Det er nå foretatt en ny aldersanalyse av materialet, og resultatene er angitt her.

Alder	2003		2009	
	Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett
0+			0	8
1+	14	0	0	15
2+	4	0	11	19
3+	3	6	18	0
4+	2	20	12	9
5+	5	7	5	0
6+	0	2	4	0
7+			1	0
8+			1	0
Totalt	28	35	52	40

Vertikalfordelingen viser at utbyttet av aure på bunngarn avtar med økende dyp (**figur 4**). Dette gjelder spesielt i 2003, da Cpue var 8,9 individ på 0-3 m dyp, mot 4,7 og 2,8 på henholdsvis 3-6 og 6-12 m. Det ble ikke fanget fisk på 12-20 m dyp. I 2009 var forskjellen i den vertikale fordelingen mindre tydelig, idet Cpue på 0-3 m dyp var 15,0 individ, mot 9,8-11,7 på dypere områder. I motsetning til i 2003, var det altså et betydelig utbytte på 12-20 m dyp i 2009 (Cpue=9,8).



Figur 4. Vertikalfordelingen av aure fanget på garn i ulike dybdesoner av Langevatn i 2003 og 2009.

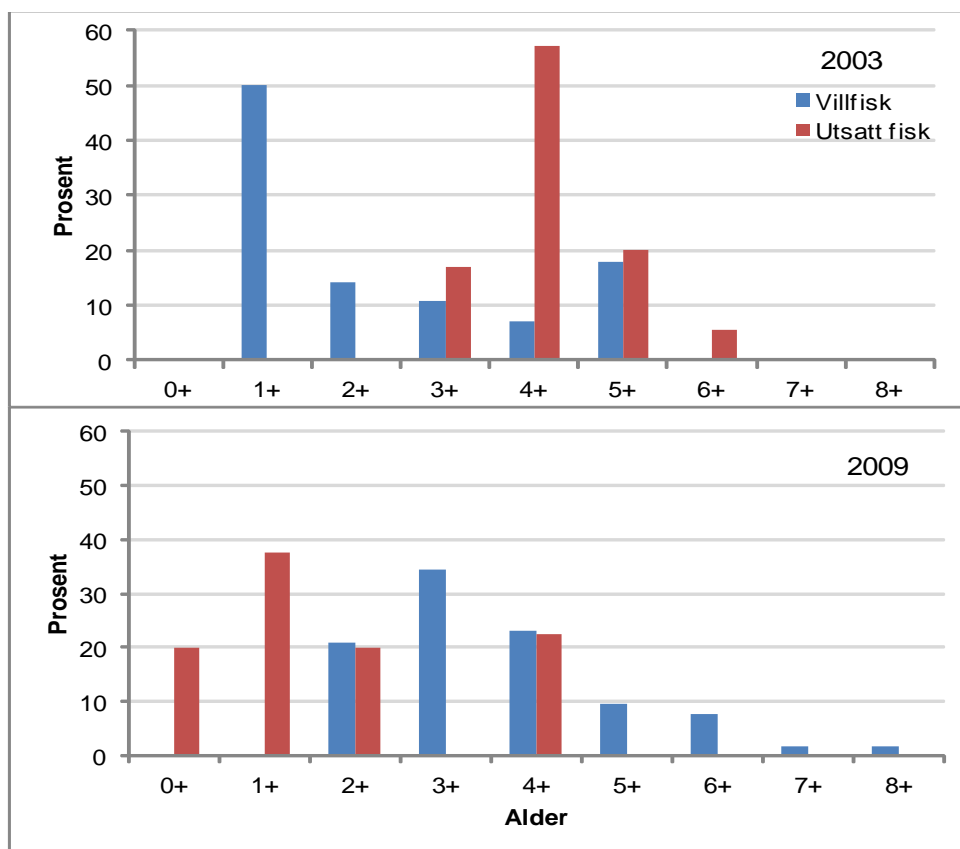
4.2.2 Alder, vekst, størrelse og kondisjon

I 2003 ble det fanget fisk i aldersgruppene fra 1+ til 6+ (**figur 5**). Andelen 1+ var unormal høy (22 %), som altså bare var naturlig rekruttert fisk. Ellers var forekomsten av både 2+ og 3+ betydelig lavere enn forventet ut fra at fisken i disse to aldersgruppene er fullt fangbar med den benyttede garnserien. 4-åringene var klart dominerende aldersgruppe (35 %). I 2009 var aurebestanden i Langevatn representert med ni aldersgrupper, fra 0+ til 8+. Fisk i de to yngste aldersgruppene (0+ og 1+) har lav fangbarhet, og er derfor sterkt underrepresentert. 2-åringene var dominerte aldersgruppe (30 %), og deretter avtok antallet som forventet med økende alder. I de to eldste aldersgruppene var det svært få individ.

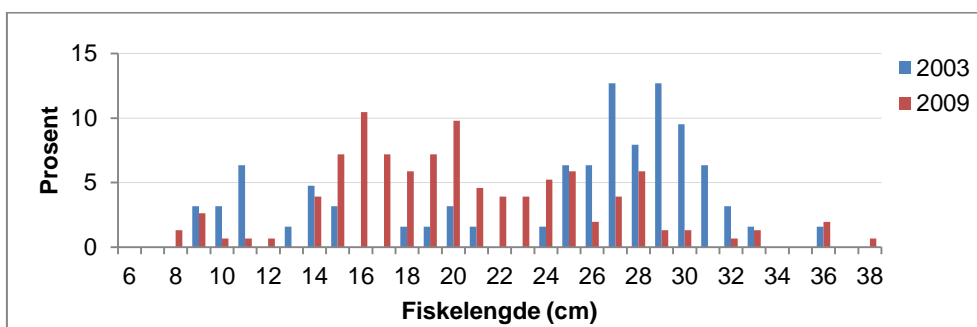
Lengdefordelingen viser at Langevatn nå har en større andel yngre og mindre fisk enn for noen år tilbake (**figur 6**). I 2003 og 2009 var gjennomsnittlig lengde \pm Sd og innslaget av fisk under 24 cm henholdsvis 240 ± 73 vs. 204 ± 58 mm, og 34 vs. 72 %.

Empiriske lengder ved forskjellige alder hos vill og utsatt aure i Langevatn i 2003 og 2009 er vist i **tabell 4**. Det er klart dårligere vekst nå enn tidlig på 2000-tallet. Eksempelvis er gjennomsnittlig lengde \pm sd for villfisk blant 5-åringene i de to årene henholdsvis 292 ± 25 (n=5) og 262 ± 21 mm (n=5). Veksten hos auren i Langevatn begynner å stagnere når fisken ha oppnådd en lengde rundt 300-350 mm.

Auren i Langevatn har hatt avtakende kondisjon i løpet av de siste årene (**figur 7**). I 2003 var vekstforholdene fremdeles meget gode, og fisken hadde en gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) på $1,15 \pm 0,15$. Den økte også med økende fiskestørrelse, og relativt mange individ over 25 cm hadde verdier mellom 1,2 og 1,4. Fram til 2009 har vekstforholdene forverret seg, og gjennomsnittlig K-faktor var nå $0,94 \pm 0,10$. Det er også en tydelig reduksjon i K-faktoren med økende fiskestørrelse, med verdier under 0,80 for enkelte individ. Lavere K-verdier skyldes mindre næring ved økende bestandstetthet.



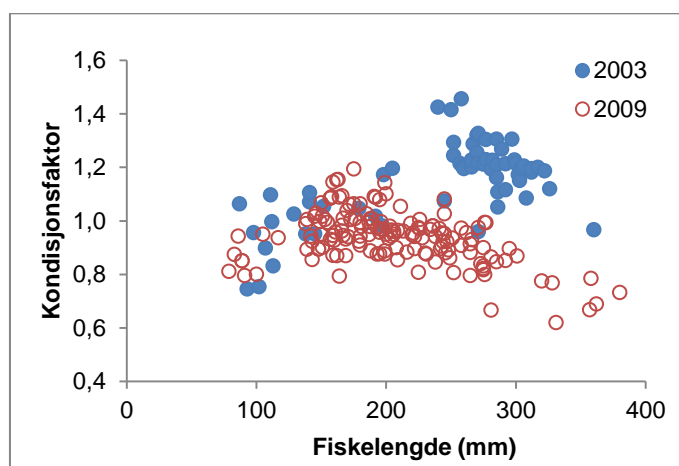
Figur 5. Aldersfordeling hos vill og utsatt aure i prøvafiskefangstene fra Langevatn i 2003 og 2009. Se kommentar om materialet fra 2009 i tekst til tabell 3.



Figur 6. Lengdefordelingen hos auren i Langevatn i prøvafiskefangstene fra 2003 og 2009.

Tabell 4. Gjennomsnittlig lengde \pm standard avvik for vill og utsatt aure fanget i Langevatn i 2003 og 2009. Antall fisk i hver aldersgruppe i angitt i parentes.

Alder	2003		2009	
	Vill	Utsatt	Vill	Utsatt
0+				90 \pm 9 (8)
1+	119 \pm 21 (14)			154 \pm 16 (15)
2+	193 \pm 11 (4)		162 \pm 15 (11)	201 \pm 10 (8)
3+	243 \pm 39 (3)	258 \pm 16 (6)	192 \pm 32 (18)	
4+	285 \pm 39 (2)	284 \pm 14 (20)	245 \pm 38 (12)	266 \pm 41 (9)
5+	292 \pm 25 (5)	291 \pm 30 (7)	262 \pm 21 (5)	
6+		332 \pm 40 (2)	295 \pm 48 (4)	
7+			362 \pm 0 (1)	
8+			380 \pm 0 (1)	



Figur 7. Kondisjonsfaktoren hos auren i Langevatn i 2003 og 2009.

4.3 Fangstutbytte ved elfiske

Det ble elfisket på til sammen 25 elvestasjoner (**tabell 5**). Undersøkelsen i tilknytning til Langevatn omfattet tre steder; innløpene til Sandvatn, Roddeivsvatn og Langstølstjern (både øvre og nedre del). Det ble bare påvist naturlig rekruttering hos aure i de to første lokalitetene. Tetthetene var imidlertid lave, med bare 3-4 yngel pr. 100 m². Det ble også tatt noen eldre individ i de to lokalitetene, med tilsvarende tettheter som for yngel på den øverste stasjonen. I innløpet til Langestølstjern ble det i 2009 tatt én bekkerøye på 205 mm. Her ble det i august 2011 fanget én yngel av bekke-røye (75 mm), én 1+ (121 mm) og tre eldre individ (185, 196 og 240 mm). I tillegg ble det observert relativt mange yngel. Bestanden av bekkerøye er trolig etablert etter utsettinger lengre oppe i vassdraget. Det ble ikke fanget vanlig brunaure på denne stasjonen.

I Monn nedenfor Langevatn ble det etablert elfiskestasjoner på fire strekninger; (i) ned til Tjørnefossen, (ii) innløpet til Tjørni, (iii) ovenfor øvre bro og (iv) strekninger ned mot Ljoslandsvatn.

Mellom parkeringsplassen nedenfor dammen ved Langevatn og Tjørnefossen ble seks stasjoner elfisket. Totalt ble det bare fanget to eldre individ, ett både i 2009 og 2011 (henholdsvis 238 og 91 mm). Følgelig foregår det ingen naturlig rekruttering på denne strekningen, og de to påviste individene har trolig kommet fra Langevatn under episoder med overløp. Det er varierende substrat på de undersøkte stasjonene. Noen steder er det relativt storsteinet, men med bra gytesubstrat innimellom. Bekken som renner ned fra øst (fra Geitheii) ble også elfisket, men med negativt resultat. Dette er den største tilløpsbekken oppstrøms Tjørni. Bekken har relativt storsteinet bunn, men lommer med gytesubstrat forekommer. Oppstrøms denne bekken er Monn stilleflytende (lon), før elva stiger bratt opp til Langevatn.

På osen av Tjørni og ble det i august 2011 fanget 10 aureyngel, med ei gjennomsnittlig lengde på 68 ± 8 mm. De var fettfinneklippet, og utsatt ved innløpet i slutten av juni, totalt 500 énsomrige individ. Noe av denne fisken ble også satt ut på motsatt side av vannet (Kristian Hestvåg pers. medd.). Stasjonen domineres av stor stein, men med noe gytesubstrat innimellom. Elva her er relativt grunn, med dominerende dyp på 10-30 cm. Det forekommer betydelig mosevekst på elvebunnen. Ved et tilsvarende elfiske på denne lokaliteten i 2009 ble det ikke fanget fisk.

De ble også fisket på én stasjon litt lengre opp fra osen av Tjørni. Her ble det fanget to eldre individ, som målte henholdsvis 282 og 340 mm. Elva har her et noe større fall, men uten fysiske hindringer for oppvandrende fisk. Stor stein dominerer i elvefåret, og elva er noe dypere enn lengre ned. Her er det også lommer med gytegrus. Ut fra dypet, er sjansene for vellykket gyting større her. Men vannføringen på vinterstid er trolig svært lav, med bunnfrysing som sannsynlig resultat.

I august 2011 ble det satt fire oversiktsgarn i strandsona av Tjørni (0-3 m dyp). Det gav en fangst på bare én umerket aure. Den var 24,9 cm lang og veide 173 g. Dette tyder på at Tjørni har en svært tynn aurebestand.

Nedenfor Tjørni stuper Monn seg bratt ned, før elva flater ut nedover til brua som krysser elva. Det ble fisket på én stasjon med startpunkt ca 100 m ovenfor brua både i 2009 og 2011. Det ble verken observert eller fanget fisk på denne strekningen. Dominerende substrat og dyp er henholdsvis 20-40 cm og 10-20 cm. Elvebunnen på stasjonen har betydelig alge- og mosevekst.

Nedenfor brua har Monn først ei strekning med betydelig fall. Deretter går elva i et flatere parti ned til Ljoslandsvatn. På denne strekningen ble det fire stasjoner elfisket (2009). Det var kun på innløpet av Ljoslandsvatn at det ble påvist yngel, men kun ett individ. Tettheten av eldre fisk var også lav, med 4,1–9,8 individ pr. 100 m^2 . Dette var hovedsakelig fisk med lengder på 10-16 cm.

Auren i Ljoslandsvatn har bra rekruttering både fra utløpet og Ljosåni, som er bekken fra Lille Kvernevatn. Tettheten av yngel på de to stasjonene var henholdsvis 40 og 8 individ pr. 100 m^2 . Blant eldre aureunger var tettheten høyest i Ljosåni, med 15 individ pr. 100 m^2 .

Rekrutteringen til aurebestanden i Brelandsvatn synes å være god, idet tettheten på innløpet var 54 individ pr. 100 m^2 . Forekomsten av eldre individ er også bra, med 15 individ pr. 100 m^2 . I Monn mellom Brelandsvatn og Ørevatn ble fire stasjoner elfisket, inkludert innløpet til Øre-

vatn. En stasjon rundt 500 meter nedstrøms Brelandsvatn hadde lav yngeltetthet med bare 2 individ pr. 100 m². Derimot var forekomsten av eldre individ noe høyere (7 individ pr. 100 m²). Ved Røysland var det også svært lav tetthet av aureyngel, mens mengden eldre individ var som lengre opp. Her ble det også tatt én årsyngel av bekkerøye, med ei lengde på 67 mm. På stasjonen ovenfor skytebanen ble det ikke fanget aureyngel, kun ett eldre individ. Derimot hadde stasjonen en god tetthet av bekkerøye, med 31 individ pr. 100 m². I tillegg ble det fanget ett eldre individ av bekkerøye. På innløpet av Ørevatn var forekomsten av aureyngel relativt bra, med 20 individ pr. 100 m². I tillegg ble det fanget noen eldre individ (n=5). På denne stasjonen ble det ikke fanget bekkerøye.

4.4 Befaring av elve – og bekkelokalteter rundt Langevatn og i Monn

Langevatn

Det eksisterer ikke lenger noen gyteområder på denne delen av magasinet. Før reguleringen gytte trolig auren både på utløpet og i osene til Langstøltjern og Sandvatn.

Langstøltjern

Innløpet fra nordøst (tilløp fra Gluggvardetjern) har to greiner, med vandringsbarrierer for fisk i begge. Det østlige elveløpet har et vandringshinder etter ca 120 m. HRV+10 m og HRV+20 m innebærer at elvestrekninger på rundt henholdsvis 400 og 550 m (totalt for de to greinene) blir satt under vann. Tilgjengelig gyteareal ved dagens regulering har trolig begrenset betydning som rekrutteringsområde. Ved HRV+10 m vil fisken få tilgang på noen nye gyteområder. Derimot er det ca 60 m ovenfor HRV+20 m (708 m o.h.) en vandringsbarriere. Strekningen opp dit er storsteinet og et lite egnet gyteområde. Også like nedstrøms HRV+20 m kan det være problem mht oppvandring, spesielt dersom magasinet ikke er helt fullt. En er ellers avhengig av relativt stor vannføring for at fisken skal klare å forsere dette partiet (svaberg). En tilleggsregulering på HRV+10 m vil ikke i vesentlig grad endre rekrutteringen fra denne elva, mens den trolig blir redusert ved HVR+20 m. Forekomsten av fisk i noen mindre tjern i denne vannstrengen er ikke kjent. I nedre deler av innløpet til Langstøltjern har altså en selvreproduserende bestand av bekkerøye. Ved dagens HRV har auren i Langstøltjern ingen andre gytebekker.

Roddeivsvatn

Det renner tre bekker inn i Roddeivsvatn fra nord/nordøst, men ingen av dem vurderes som gytebekker. Vannføringen er lav, de ligger i et bratt terreng med flere vandringshindre. Hovedtilløpet er trolig det viktigste rekrutteringsområdet for auren i Langevatn i dag. Her har Fosstjønn og Nedre Vevatn nå relativt tette aurebestander, spesielt synes dette å være tilfelle for Nedre Vevatn. Ved HRV+10 m blir elva mellom Langevatn og Fosstjønn demt opp, ei strekning på knappe 400 m. Elva er noe strid nederst, men mer stilleflytende lengre opp. Høy vannføring under befaringen gjorde boniteringsarbeidet vanskelig. Elvestrekningen har sannsynligvis egnete gyte- og oppvekstområder for aure. Den vurderes også til å være en bra stangfiskeelv.

For Fosstjønn (kote 692,5) vil vannstanden ved HRV+10 m ligge ca 1,1 m over dagens nivå. Noe areal rundt vannet blir derfor neddemt, i tillegg til en liten strekning av innløpet. Det er et vandringshinder ca 100 m fra osen av tjernet. Det er sannsynlig med naturlig rekruttering på denne strekningen. Høy vannføring under befaringen gjorde det umulig å se om det eksisterer egnet gytesubstrat.

Ved HRV+20 m vil elva oppstrøms Fosstjønn bli oppdemt opp til ca 100 m fra osen. Mellom dette punktet og osen av Nedre Vevatn er elva strid, storsteinet og relativt dyp (0,5-1,0 m). Det er et vandringshinder rett i overkant av HRV+ 20 m, blant annet fordi elva renner til dels over svaberg. Dersom fisken kan forsere dette hinderet, kan den gå helt opp i Nedre Vevatn. Sannsynligheten for at fisken kan forsere dette partiet, vurderes som liten. HRV+20 m innebærer at betydelig mer areal rundt Fosstjønn blir neddemt, sammenliknet med HRV+10 m.

Sandvatn

Bekken fra Oppsettjørni (kote 701,5) i nordvest er storsteinet helt opp mot osen, men med noe innslag av stein på 5-20 cm i diameter. Det er ingen vandringsbarrierer for fisk i denne bekken. Substratet har betydelig mose – og algevekst. Både dette og mangel på egnet gytesubstrat, tyder på at rekrutteringen fra denne bekken er svært begrenset. Det kan være noen gyteplaser på brekket mellom elva og tjernet. HVR+10 m vil ligge i midtre delen av elva. Det ble observert betydelig med vak i Oppsettjørni høsten 2011. Lokaliteten synes derfor å ha en god aurebestand. Ved HRV+20 m blir vannstanden i innsjøen hevet med 2,1 m.

Det kommer også en bekk ned fra vest, men det er antatt at rekrutteringen fra den er svært begrenset. Dette skyldes at bekken har grovt substrat og mye mosevekst. HVR+10 m vil gå ca midt mellom dagens HRV og HRV+20 m ca 150 m lengre opp (beskrevet under), hvor det er et vandringshinder. Tilgjengelig gytestrekning ved HVR+10 m er svært begrenset pga dominans av grovt substrat som til dels er sterkt mosegrodd. Like før kote for HRV+20 m er det et vandringshinder. Det innebærer at med denne reguleringen må magasinet være helt fullt for at fisken kan kunne ta seg videre oppover vassdraget. Ca 100 m lengre opp går elva over i ei lone, og brekket elv/lone har egnet gytesubstrat. Det ble observert både fisk og vak i denne lona. Denne lokaliteten neddemt ved HRV+20 m. Ovenfor lona er det først et strykparti på ca 50 m, og med meget egnet gytesubstrat. Lengre opp er derimot substratet betydelig grovere. Det er et vandringshinder ca 130 m fra innløpet til lona. Ved HRV+20 m vil fisken følgelig få tilgang på et lite område med egnet gytesubstrat.



Elva mellom Langevatn og Fosstjønn.

Tabell 5. Fangstene av aure (A) og bekkerøye (B) vha elfiske på de enkelte stasjonene som ble undersøkt rundt Langevatn og i Monn høsten 2009 og 2011. Kartreferanse for hver stasjon er angitt basert på kartblad 1412-I og 1412-II (32 V, ML). * Det ble observert flere yngel.

St	Innsjø/strekning: Sted	UTM-referanse	Areal m ²	Art	Fangst 0+	Fangst ≥1+	Tetthet av 0+ pr 100m ²	Tetthet av ≥1+ pr 100m ²
1	Langevatn: Innløp/Sandvatn	049 229	150	A	3	5	4,0	4,4
2	Langevatn: Innløp/Roddeivsvatn	059 238	194	A	3	6	3,1	4,1
3	Langevatn: Innløp/Langstøltjern	080 232	90		0	0	0	0
4	Langevatn: Innløp/Langstøltjern (2009)	082 233	220	B	0	1	0	0,6
4	Langevatn: Innløp/Langstøltjern (2011)	082 233	150	B	1*	4	1,3*	3,6
5	Monn: Ved parkeringsplass	055 201	74		0	0	0	0
6	Monn: Ved innløp til lone	054 198	135	A	0	1	0	1,0
7	Monn: Ovenfor Tjørnefossen	056 196	120		0	0	0	0
8	Monn: Ovenfor Tjørnefossen	056 195	100		0	0	0	0
9	Monn: Ovenfor Tjørnefossen	056 196	105	A	0	1	0	1,3
10	Monn: Ovenfor Tjørnefoss, Bekk	057 198	80		0	0	0	0
11	Monn: Innløp Tjørni	056 193	150		0	0	0	0
12	Monn: Innløp Tjørni	056 193	200	A	10	0	10	0
13	Monn: Innløp Tjørni	056 194	80	A	0	2	0	3,3
14	Monn: Ovenfor bro (Ljosland)	051 185	238		0	0	0	0
15	Monn: Ovenfor bro (Ljosland)	051 186	270		0	0	0	0
10	Monn: Strekning LV-LJ: Nedenfor øvre bro (Ljosland)	049 182	68	A	0	5	0	9,8
16	Monn: Strekn. LV-LJ: Fra Fjellstua til Kvernevassvegen	048 178	126	A	0	5	0	5,3
17	Monn: Ovenfor nedre bro (Ljosland)	049 176	83	A	0	3	0	4,8
18	Ljoslandsvatn: Innløp	047 174	162	A	1	5	1,2	4,1
19	Ljoslandsvatn: Ljosåni	043 175	90	A	8	10	17,8	14,8
20	Ljoslandsvatn: Utløp	063 129	65	A	13	3	40,0	6,2
21	Brelandsvatn: Innløp	066 116	63	A	17	7	54,0	14,8
22	Brelandsvatn: Utløp	073 069	200	A	2	10	2,0	6,7
23	Monn: Ved Røysland	077 034	140	A (B)	3 (1)	6 (0)	4,3	5,7
24	Monn: Ovenfor skytebane	075 018	140	A (B)	0 (22)	1 (1)	(31,4)	(1,0)
25	Ørevatn: Innløp	079 987	100	A	10	5	20,0	6,7

5 Diskusjon med forslag til avbøtende tiltak

Innsjøene i øvre deler av Mandalsvassdraget ligger i ett av de mest forsuringsutsatte områdene i Sør-Norge. Innløpene til Langevatn har fortsatt en relativt dårlig vannkvalitet, med pH og innhold av labilt giftig Al på henholdsvis 5,02-5,40 og 13-33 µg/L (2009). Innholdet av næringsalter er også svært lavt, med 0,19-0,37 mg kalsium pr. liter. Det sure og næringsfattige vannet virker begrensende på fiskeproduksjonen. Det er ikke kalket i det aktuelle området.

Den stedegne aurebestanden i Langevatn-magasinet gikk tapt i løpet av 1970-årene (Hesthagen 2003). Det ble da satt i gang utsettinger av bekkerøye, fordi den er mye mer tolerant for surt vann enn vanlig brunaure. Men i løpet av de siste 10-15 årene har vannkvaliteten i vassdragene på Sørlandet blitt betydelig bedre etter hvert som mengden sur nedbør har avtatt (Skjelkvåle mfl. 2001, 2005, SFT 2010). Derfor ønsket man å prøve om vanlig brunaure på nytt kunne overleve i sure innsjøer i landsdelen. Fra rundt 2000 ble det derfor igjen satt ut vanlig aure mange steder. I Langevatn har utsettingene av énsomrig aure blitt kraftig redusert i de siste årene, etter hvert som det har etablert seg nye stedegne bestander. På det meste ble det i 2006 satt ut 3 000 individ (14,4 pr. hektar), mot bare 1 000 individ i 2010 (4,8 pr. hektar). Også i 2011 ble det satt ut 3 000 fisk.

Direktoratet for naturforvaltning (DN) bestemte i 2005 at det ikke lenger skal være tillatt å sette ut bekkerøye her i landet. Dette skyldtes at den er en fremmed art, og man var redd for uheldige effekter på stedegne fiskebestander. Utsettingspåleggene i regulerte vann på Sørlandet omfatter derfor nå bare vanlig brunaure. Det er påvist reproduksjon hos bekkerøye to steder innen det aktuelle reguleringsområdet. Det gjelder tilløpet til Langstøltjern og i Monn mellom Brelandsvatn og Ørevatn. Men bekkerøya er svak med hensyn til konkurranse fra andre arter. Den vil derfor vanligvis avta i mengde, og etter hvert forsvinne når auren kommer tilbake (Larsen mfl. 2007).

Aurebestanden i Langevatn har økt kraftig i løpet av de siste årene. Høsten 2003 hadde magasinet fremdeles en tynn bestand, med et utbytte pr. 100 m² garnareal (Cpue) på 4,8 individ. I 2009 var fangstutbyttet mer enn dobbelt så høyt, med Cpue på 12,0 fisk. Dette resultatet tilsier at magasinet nå har en noe under middels tett aurebestand (jfr. Hesthagen mfl. 2011, SFT 2010). I samme periode har det vært en økning i mengden naturlig produsert fisk. Ved den første undersøkelsen i 2003 var deres andel 44 %, mens den seks år seinere hadde økt til 56 %. Økt fangstutbytte fra 2003 til 2009 skyldes en kombinasjon av mer utsatt fisk og økt naturlig rekruttering.

I Langevatn har aurebestanden nå en tilnærmet normal aldersfordeling, med alle forventede årsklasser til stede. Rekrutteringen synes derfor å være stabil og god. I 2009 ble det rett nok registrert en stor andel settefisk blant 2-åringene (61 %). Derimot bestod 3+ årsklassen kun av stedegen fisk grunnet manglende utsettinger tre år tidligere. Likevel var årsklassestyrken god. Blant de to neste aldersgruppene utgjorde settefisken henholdsvis 37 og 29 % av fangsten. Dette er altså årsklassene fra 2004 og 2005. I de to årene ble det satt ut relativt mye fisk, med henholdsvis 2 000 og 3 000 individ. Dette tyder på at aurebestanden i Langevatn kan opprettholdes på et godt nivå uten særlige utsettinger.

Bunn garnfangstene av aure i Langevatn avtok med økende dyp. Dette var ikke minst tilfelle i 2003, med manglende fangst på 12-20 m dyp. I 2009 var den vertikale fordelingen mindre ty-

delig, med Cpue på 15,0 individ på 0-3 m dyp, og 9,8-11,7 individ på 3-20 m dyp. En økende mengde fisk på dypere områder i seinere år skyldes trolig at bestanden har økt. Dette har ført til at mer fisk har tatt i bruk dypere områder. En skulle anta at bunnområder på 12-20 m dyp er relativt marginale fordi tilgangen på mat avtar med økende dyp. Det er også forventet at aure som lever i antatt mer marginale habitater, er konkurransemessig svakere enn de som oppholder seg på grunnere områder. I 2009 hadde imidlertid individ som ble fanget nær land (0-3 m dyp) mindre kroppsstørrelse enn de som ble fanget på 12-20 m dyp, med gjennomsnittlige lengder på henholdsvis 198 ± 54 (n=54) og 223 ± 53 mm (n=22). At Langevatn har så vidt høy tetthet av fisk på det største dypet, må bety at det likevel foregår en viss næringsproduksjon der. Dette er blant annet avhengig av siktedypet, som i Langevatn er målt til 5,5 m (Hesthagen mfl. 2010). At auren i Langevatn i så stor grad utnytter dypere bunnområder, er positivt med hensyn til effektene av en økt regulering.

Bestandsøkningen hos auren i Langevatn har resultert i en klar reduksjon i individuell vekst og kvalitet. Størrelsen på fisken i bestanden har også avtatt. I 2009 var eksempelvis observert lengde hos 5-årig villfisk på 262 mm, mot 292 mm i 2003. Kondisjonsfaktoren har også blitt dårligere. Den avtok også klart med økende størrelse, noe som er vanlig i lokaliteter der næringstilgang er sterkt begrenset. Redusert kvalitet og størrelse på fisken har også gjort at interessen for fiske har blitt betydelig mindre. Som en forsøksordning på f.eks. fem år, foreslås det derfor å sløyfe utsettingene. Ved en ytterligere regulering av Langevatn, må behovet for utsettinger tas opp til ny vurdering.

En heving av vannstanden i Langevatn med 10 eller 20 m i forhold til dagens HRV, vil føre til redusert fiskeproduksjon fordi næringstilgangen blir ytterligere redusert (jfr. Garnås & Hesthagen 1982). En heving av vannstanden med 20 m vil føre til at arealet økes fra 2,08 til 3,35 km². Men dette vil ikke nødvendigvis føre til en tilsvarende prosentvis økning av fiskeproduksjon. I tillegg til en ytterligere utarming av næringsgrunnlaget, er aurebiomassen relativt sett mindre i store innsjøer enn i små (jfr. Helland mfl. 2010). Ellers kan tapperegimet ha betydning for hvilken effekt en regulering har på ulike næringsdyr, og dermed på fiskeproduksjon. Raskest mulig fylling på våren og opprettholdelse av en høyest mulig vannstand utover sommeren og høsten, er positivt for fisken (jf. Brabrand 2007). Uten økt regulering vil den viktigste forskjellen ved en ny overføringstunnel bli at magasinet vil få en høyere fylling utover sensommeren og høsten, og først tappes ned mot LRV utover vinteren (Magnell 2011). Dette har å gjøre med hensynet til fallhøyde og flomtap. Dette tapperegimet vil også ha en positiv effekt på aurebestanden i Langevatn. I dag settes nedtappingen i gang etter at magasinet er fylt rundt uke 22, dvs. ca. 1. juni. Ved HRV+10 m vil fyllingen skje noe seinere på året (uke 25-28). Deretter blir det satt i gang en tapping fram til midten av september/begynnelsen av oktober. Vannstanden blir så holdt relativt stabil fram til nedtappingen på seinvinteren og fram til våren. Ved HRV+20 m vil tapperegimet i seg selv virke negativt på fiskeproduksjonen. Fyllingen vil nå først skje rundt 1. til 15. juli, og vannstanden blir holdt på et relativt lavt nivå gjennom seinsommeren og høsten. I tillegg kommer at den negative effekten av HRV+20 m er større enn for HRV+10 m. Ut fra hensynet til fisk og næringsdyr vil det altså være positivt med en så rask magasininfylling som mulig, samt en høyest mulig vannstand gjennom sommeren og høsten. I Langevatn vil magasinvolumet øke betraktelig både ved HRV+10 m og HRV+20 m, fra 22 mill. m³ ved dagens regulering til henholdsvis 46 og 72 mill. m³. Det økte vannvolumet vil gi en noe forsinket oppvarming av overflatelaget i mai/juni, og en tilsvarende forsinket avkjøling om høsten (Magnell 2011). Dette

vil ha en negativ effekt på den biologiske produksjonen, der temperaturforholdene på forsommeren er viktig.

Ved HRV+10 m vil vannstanden i Fosstjønn bli hevet med 1,1 m. Dette vil redusere fiskeproduksjonen noe. I tillegg blir en strekning av innløpet blir satt under vann. Ved HVR+20 m vil Oppsettjørni og et mindre tjern nedstrøms Øyvatt i vest bli neddemt med hhv 2,1 og 2,0 m. Følgelig vil HRV+20 m ha en langt større negativ effekt på fiskeproduksjonen enn HRV+10 m. Dette gjelder ikke minst for Fosstjønn som da vil få en reguleringshøyde på 11,1 m.

Aurebestanden i Langevatn rekrutteres nå trolig i stor grad fra hovedvassdraget, dvs fra elva mellom Roddeivsvatt og Fosstjønn. Men magasinet får nok også tilført relativt mye fisk fra hele dette vassdraget, for både Fosstjønn og Nedre Vevatt har nå en relativt tette aurebestander. Tettheten av ungfisk i elva opp til Fosstjønn var ikke særlig høy (**tabell 5**). Dette kan nok til en viss grad skyldes forholdene under elfiske, med relativt høy vannføring og lav fangsteffektivitet. Ut fra at elva er ca. 400 m lang, skulle den representere et betydelig rekrutteringsområde. Elva har varierende strømforshold, og med egnede gyte- og oppvekstområder for aure. Vannkvaliteten er nå også relativt god, med pH 5,40 målt i 2009. Ellers har to tilløp til Sandvatt stedege aurebestander, de fra Oppsettjørni og Øyvatt. Disse bidrar derfor også med fisk til Langevatn. Innløpet til Langstøltjern har derimot en noe marginal vannkvalitet for naturlig rekruttering hos aure. Det er vandringshindre i nedre deler av denne bekken (to greiner). Lengre opp har den en reprodukerende bestand av bekkerøye, og her forekommer det ikke aure.

Den planlagte vannstandshevingen med 10 m i Langevatn medfører altså at hovedelva opp til Fosstjønn blir neddemt. Dermed bortfaller det viktigste rekrutteringsområdet for aurebestanden i magasinet. Gyte – og oppvekstområder i andre tilløpsbekker til Langevatn er svært begrensede. Dersom det viser seg nødvendig å øke den naturlige rekrutteringen etter en regulering på ytterligere 10 m, kan dette gjøres ved å bedre gyteforholdene i bekkene fra Oppsettjørni og Øyvatt. Dette innebærer at noe grovt substrat på enkelte strekninger blir fjernet, kombinert med tilførsel av egnet gytesubstrat. Vannet i innløpet til Langstøltjern er fremdeles noe surt for å oppnå vellykket reproduksjon hos aure (jf. Hesthagen mfl. 2008, 2011). Men vannet kan avsyres med tilførsel av kalksubstrat i elvefåret, kombinert med installering av én eller flere kalkbrønner. Det er i dag vandringsbarrierer til noen gode gyteområder lengre oppe i innløpet til Langstøltjern. I det østligste elveløpet kan det trolig bygges en fiskepassasje uten større inngrep. Dette kan også være et aktuelt tiltak ved HRV+10 m fordi magasinet ikke forventes å være fullt på høsten under fiskens gytevandring (jf. Magnell 2011). Magasinet forventes heller ikke å være fylt på høsten ved HVR+20 m, med de samme konsekvensene for gytefiskens som antydde ovenfor. Det må derfor foretas en vurdering av aktuelle tiltak etter at eventuelle reguleringer er gjennomført. Det gjelder både biotopforbedrende tiltak og sikring av fiskens passasje til aktuelle gyteplasser.

De foreslåtte tiltakene vil øke den naturlige rekrutteringen til aurebestanden i Langevatn. Dette vil være positivt ut fra hensynet til biologisk mangfold. Men det er nødvendigvis ikke ønskelig ut fra et høstingssynspunkt. Dette skyldes at rekrutteringen allerede er for høy i forhold til næringsgrunnlaget. En vil derfor oppfordre til økt beskatning av aurebestanden i Langevatn med bruk av garn med relativt små maskevidder, som 24 og 26 mm. På den måten kan en øke bestanden av større individ, som i sin tur virker bestandsregulerende. Ved en eventuell heving av vannstanden i Langevatn med 10 eller 20 m, er det viktig å fjerne busker og trær i regulerings-

sonen. Dette vil gjøre garnfiske langt lettere. Det er også viktig at det blir ordnet med gode båt-drag til de lokale fiskerne.

De nye reguleringsplanene for Langevatn innebærer at overløpene fra dammen blir sterkt redusert (Magnell 2011). Dette vil spesielt berøre vannføringen i Monn ned til Ljoslandsvatn. Denne strekningen har imidlertid ikke lenger noen stedegen aurebestand. De få individene som ble fanget ved elfiske har trolig blitt ført ned i elva fra Langevatn under perioder med overløp. Ut fra hensynet til fisk, er det derfor ikke behov for habitatforbedrende tiltak i form av f.eks. terskelbygging i Monn. Det er likevel av betydning å holde en viss vannføring i elva med hensyn til fisk. Det vil gi større vanngjennomstrømning i Tjørni, noe som vil virke dempende på algeoppblomstring og tilgroing. På sikt kan derfor mindre vanngjennomstrømning føre til redusert produksjon av næringsdyr. Det kan også gi mer slim på garna, noe som vil være en ulempe for fiskerne. I 2011 ble det for første gang satt ut fisk i Tjørni, med 500 individ. Det er antatt at man kan etablere en aurebestand i denne lokaliteten ved hjelp av utsettinger. Disse utsettingene bør fortsette, men med et mindre antall annet hvert år. Det bør også etter hvert gjennomføres undersøkelser for å evaluere tilslag og vekst hos den utsatte fisken. En viss minstevannføring i Monn har også betydning for at aure i Ljoslandsvatn skal kunne gyte på innløpet (cf. **tabell 5**).

Med økt overføringskapasitet mellom Langevatn og Nåvatn, vil vannet i Store Kvernevatn også bli utnyttet annerledes, med høyere fylling utover høsten (Magnell 2011). Med Øygard kraftverk vil det også bli bygget et småkraftverk som utnytter fallet mellom Lille Kvernevatn nedstrøms dammen i Kvernevatn, med slukeevne på 3,5 m³/s. Inntaket blir i Lille Kvernevatn like nedstrøms dammen, og med utløp til bekkeinntaket i Ljosåni. Med dagens regulering blir det bare tappet vann fra Kvernevatn i enkelte perioder i løpet av året. Det innebærer at det i lange perioder ikke renner vann nedi Ljosåni, ned til eksisterende bekkeinntak. Auren i Ljoslandsvatn gyter nederst i denne bekken, og her foregår en viss produksjon av ungfisk (**tabell 5**). Det vil imidlertid ikke bli endringer i vanntilslaget nedstrøms bekkeinntaket. Dermed vil ikke rekrutteringen til aurebestanden i Ljoslandsvatn bli påvirket ved en utbygging av Kvernevatn kraftverk. Det bør likevel foretas undersøkelser av den naturlige rekrutteringen hos auren i Ljoslandsvatn i etterkant av en regulering, jf. gytingen i Monn. Innsjøen har i dag en relativt tett aurebestand, med god rekruttering på utløpet.

Det er altså planlagt å etablere en kraftstasjon ved Åstøl i nordre del av Nåvatn. Samlet overføringskapasitet er 65 m³/s, og det vil medføre strøm der vannet blir før ut i magasinet. Dette vil i liten grad være til skade for fiskebestanden og fisket i området. Av sikkerhetsgrunner må området sperres av for å hindre ferdsel.

6 Referanser

- Appelberg, M., Berger, H.M., Hesthagen, T., Kleiven, E., Kurkilahti, M., Raitaniemi, J. & Rask, M. 1995. Development and intercalibration of methods in Nordic freshwater fish monitoring. *Water Air Soil Pollut.* 85: 401-406.
- Brabrand, Å. 2007. Virkning av lav sommervannstand på fisk i reguleringsmagasiner. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 249. 54 s.
- Garnås, E. & Hesthagen, T. 1982. The population of brown trout (*Salmo trutta* L.) in some regulated lakes in southern Norway. *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm* 60: 25-30.
- Gunnerød, T.B., Møkkelgjerd, P.I., Klemetsen, C.E., Hvidsten, N.A. & Garnås, E. 1981. Fiskebiologiske undersøkelser i regulerte vassdrag på Sørlandet 1972-1978. DVF-Reguleringsundersøkelsene, Rapport 4-1981.
- Helland, I.P., Ugedal, O., Finstad, A.G. & Sandlund, O.T. 2010. Standardiserte ørretfangster som hjelpemiddel for å vurdere økologiske effekter av vannstandsreguleringer i innsjøer. NINA Rapport 560. 23 s.
- Hesthagen, T. 2003. Reetablering av aure i reguleringsmagasin på Sørlandet. Fiskebiologiske undersøkelser i Store Kvernevatt og Langevatt-magasinet i Mandalsvassdraget høsten 2003. NINA Minirapport 42. 23 s.
- Hesthagen, T. 2005. Reetablering av aure i reguleringsmagasin på Sørlandet. Fiskebiologiske undersøkelser i Ørevatt, Brelandsvatt og Juvatt i Mandalsvassdraget i 2004. NINA Minirapport 101. 26 s.
- Hesthagen, T. & Østborg, G. 2008. Endringer i areal med forsuret fiskebestander i norske innsjøer fra rundt 1990 til 2006. NINA Rapport 169. 114 s.
- Hesthagen, T., Fiske, P. & Skjelkvåle, B.L. 2008. Critical limits for acid neutralizing capacity of brown trout (*Salmo trutta*) in Norwegian lakes differing in organic carbon concentrations. *Aquatic Ecology* 42: 307-316.
- Hesthagen, T., Ousdal, J.-O. & Saksgård, R. 2010. Fiskebiologiske undersøkelser i tre regulerte og én reguleringspåvirket innsjø i Mandalsvassdraget høsten 2009. NINA Minirapport 289. 24 s.
- Hesthagen, T., Fjellheim, A., Schartau, A.K., Wright, R.F., Saksgård, R. & Rosseland, B.O. 2011. Chemical and biological recovery of Lake Saudlandsvatt, a formerly highly acidified lake in southernmost Norway, in response to decreased acid deposition. *Sci. Tot. Environ.* 409: 2908-2916.
- Larsen, B.M., Sandlund, O.T., Berger, H.M. & Hesthagen, T. 2007. Invasives, introduction and acidification: the dynamics of a stressed river fish community. *Water Air Soil Pollut. (Focus)* 7: 285-291.
- Magnell, J.-P. 2011. Åseralprosjektet. Fagrapport hydrologi. SWECO Rapport 145601-1.
- Sevaldrud, I.H. & Muniz, I.P. 1980. Sure vatn og innlandsfiske i Norge. Resultater fra intervjuundersøkelsene 1974-1979. SNSF prosjektet, Intern Rapport 77/80. 95 s + Tabell A1 – A 59.
- SFT 2010. Overvåking av langtransportert forurensset luft og nedbør. Årsrapport – effekter 2009. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport nr. 1078/2010.
- Skjelkvåle, B.L., Mannio, J., Wilander, A. m. fl. 2001. Recovery from acidification of lakes in Finland, Norway and Sweden. *Hydr. Earth Sys. Sci.* 5: 273-281.
- Skjelkvåle, B.L., Stoddard, J.L., Jeffries D., Tørseth, K., Hågåsen, T., Bowman, J., Mannio J., Monteith, D., Moselo, R., Rogora, M., Rzychon, D., Vesely, J., Wieting, J., Wilander, A. & Worsztynowicz, A. 2005. Regional scale evidence for improvements in surface water chemistry 1990-2001. *Environ. Pollut.* 137: 165-176.
- Tvede, A. 1993. Opprusting og utvidelse av Skjerka kraftverk. Konsekvenser for is, vanntemperatur og frostrøyk. NVE Rapport nr 18-1993.



Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.

NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.

Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-2364-5

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger