

829 Åseralprosjektene: konsekvensvurdering for fisk på lakseførende strekning

NINA Rapport

Torbjørn Forseth



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.

829 Åseralprosjektene: konsekvensvurdering for fisk på lakseførende strekning

Torbjørn Forseth

Forseth, T. 2012. Åseralprosjektene: konsekvensvurdering for fisk på lakseførende strekning - NINA Rapport 829. 35 s.

Lillehammer, mars 2012

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2424-6

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Torbjørn Forseth

KVALITETSSIKRET AV

Ola Ugedal

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Jostein Skurdal (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Agder Energi Produksjon

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Aleksander Andersen

FORSIDEBILDE

Parti av minstevannføringsstrekning (strekning 2) under vårflo. Foto: Torbjørn Forseth

NØKKEWORD

- Norge, Vest-Agder, Mandal & Marnadal
- laks, aure, ål, ferskvannsfisk
- konsekvensutredning

KEY WORDS

- Norway, Vest-Agder County, Mandal & Marnadal
- Atlantic salmon, brown trout, eel, freshwater fish
- impact assessment

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

www.nina.no

Sammendrag

Forseth, T. 2012. Åseralprosjektene: konsekvensvurdering for fisk på lakseførende strekning – NINA Rapport 829. 35 s.

I denne rapporten vurderes konsekvensene av tilleggsreguleringer i Mandalsvassdraget – kalt Åseralprosjektene – for fisk på lakseførende strekning. Vurderingene er basert på de hydrologiske endringene slik de er beskrevet i en egen hydrologirapport, samt foreliggende rapporter og erfaringer fra mange prosjekter i vassdraget. Det er flere utbyggingsalternativer, men disse kan for den lakseførende delen av vassdraget grupperes i alternativ A (utvidelse av Skjerka kraftverk) og alternativ B (utvidelse av Skjerka pluss økt overføringskapasitet til magasinet). Vurderingene fokuserer på laks, men omhandler også stasjonær aure, sjøaure og ål. For de andre fiskeartene i lakseførende del av vassdraget – niøye, tre- og nipigget stingsild – er det bare gitt overordnede vurderinger basert på generell kunnskap.

Forekomsten av gyte- og oppvekstområder for laksefisk er beskrevet strekning for strekning, og andelen av lakseproduksjonen i de ulike strekningene er anslått. Effektvurderingen er basert på de fysiske endringene (vannføring og vanntemperatur) ved de to hovedalternativene i prosjektene og generell kunnskap om hvordan disse virker. Strekninger med bortført og ikke bortført vann behandles hver for seg.

Vannføringssendringene er generelt små men størst ved alternativ B, og avtar nedover i lakseførende strekning (uregulerte felt kommer til). Det forventes derfor ikke noen effekter i nedre halvdel av lakseførende strekning, der 70-80 % av lakseproduksjonen er antatt å foregå. Raske oppvarming på grunn av redusert vannføring om forsommeren er vurdert å kunne gi en mulig svak positiv effekt (økt vekst hos laks og aure) i deler av øvre strekning. Redusert vannføring under smoltutvandringen kan redusere smoltens overlevelse i øvre deler, og oppvandringen til de øverste gyteområdene kan bli noe forsinket i noen år på grunn av redusert overløp. Økt effekt i Skjerka og økt reguleringsgrad ved alternativ B gir potensielt økte muligheter for variabel kraftversdrift og variabel vannføring, og kan således øke risikoen for stranding av laksefisk. De har forekommet episoder med raske vannstandsendinger i vassdraget i de senere år. Det foreslås to avbøtende tiltak: å sikre minst like høy vannføring under smoltutvandringen som i førsituasjonen samt å sikre at reduksjonene i vannføring ved nedkjøring av kraftverkene gir reduksjoner i vannstand på strandingsutsatte områder som er saktere enn anbefalt (13 cm pr time).

Den lakseførende delen av vassdraget har stor verdi for fisk, primært for laks og sjøaure. Verdien knyttes primært til de store rekreasjonsmessige interessene og økonomiske ringvirkningene av laksefisket, samt til de store ressursene som har vært brukt og brukes på kalking av vassdraget. Konsekvensene for fisk er vurdert som mulig svak negativ ved alternativ A (bare utvidelse av kapasitet i Skjerka kraftverk) og svak negativ ved alternativ B (utvidelse av kapasitet i Skjerka pluss økt overføringskapasitet til magasinet). Dersom de foreslåtte avbøtende tiltak blir gjennomført vil effekten trolig bli nøytral.

Torbjørn Forseth, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Fakkeldgården, 2624 Lillehammer.
e-post: torbjorn.forseth@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	4
Forord	5
1 Innledning	6
2 Fiskebestander på lakseførende strekning	7
3 Dagens forhold på lakseførende strekning	8
3.1 Strekning 1 - Krossen til utløp Laudal kraftverk	9
3.2 Strekning 2 - Laudal kraftverk til dam Mannflå.....	9
3.3 Strekning 3 – Mannflåvann.....	10
3.4 Strekning 4 – Mannflåvann til utløp Bjelland kraftverk	10
3.5 Strekning 5 – Utløp Bjelland kraftverk til Kavfossen	10
3.6 Strekning 6 – Kosåna	10
4 Verdivurdering	11
5 Effektvurdering	12
5.1 Strekninger uten bortført vann (strekning 1, 3 og 4)	12
5.2 Strekninger med bortført vann (strekning 2 og 5, og indirekte strekning 6).....	15
5.3 Samlet effektvurdering.....	17
6 Avbøtende tiltak	19
7 Samlet konsekvensvurdering	20
8 Referanser	21
Vedlegg	23
Vedlegg 1. Notat fra befarings strekning 2, mai 2009.	23
Vedlegg 2. Notat fra befarings strekning 5, September 2006.....	34

Forord

Norsk institutt for naturforskning ved undertegnede fikk i oppdrag fra Agder Energi Produksjon (AEP) å utrede konsekvenser av Åseralprosjektene for fisk i lakseførende del av Mandalsvassdraget. Utredningen har vært basert på eksisterende kunnskap (rapporter og egne prosjekter) og den hydrologiske delrapporten. Jeg vil takke Jan-Petter Magnell for presentasjoner av prosjektet og innspill under veis i arbeidet, og AEP for oppdraget.

Lillehammer, mars 2012

Torbjørn Forseth

1 Innledning

I denne rapporten vurderer jeg konsekvensene på fisk i lakseførende strekning av tilleggsreguleringer av Mandalsvassdraget – Åseralprosjektene - meldt av Agder Energi Produksjon. Det er ikke gjennomført egne undersøkelser for utredningen. I stedet er vurderingene basert på publiserte rapporter og upubliserte notater (inkludert som vedlegg) samt omfattende prosjektaktivitet og befaringer, og derigjennom omfattende kjennskap til vassdraget gjennom flere år (fra 2002 til dags dato). Sentralt i vurderingene er den hydrologiske delrapporten (Magnell & Rudolph-Lund 2011). Denne beskriver de fysiske miljøendringene på lakseførende strekning (vannføring, vanntemperatur og isforhold). Det foreligger flere utbyggingsalternativer, men for effekter på den lakseførende strekningen kan disse grupperes i to alternativer som danner utgangspunkt for min vurdering. Disse er A) en ren utvidelse av slukekapasiteten i Skjerka kraftverk (langt oppe i vassdraget) og B) i tillegg en økt overføringskapasitet fra Langevatn til Skjerkevatn/Nåvatn som er magasin for Skjerka kraftverk. Utvidelsen i Skjerka skal redusere flomtap og økte kraftverkets effekt, mens økt overføring fra Langevatn innebærer større magasinkapasitet gjennom økning i HRV. Dette alternativet øker isolert sett reguleringsgraden fra 24,6 til 25,9 % ved dammen i Tungesjø, og fra 19,2 til 20,2 % ved dam Mannflå (men se nærmere beskrivelse i **kapittel 5**). Det vises til hydrologirapporten for detaljerte beskrivelse av de ulike alternativene (Magnell & Rudolph-Lund 2011).

2 Fiskebestander på lakseførende strekning

Laksestammen i Mandalselva gikk tapt på grunn av forsuring rundt 1970. Dette er dokumentert både ved manglende forekomst av laksunger og ved genetiske analyser (Hesthagen 2010). Våren 1997 ble det startet kalking i vassdraget, og i løpet av 15 år er det etablert en ny laksestamme i Mandalselva av en størrelse som ser ut til å nærme seg vassdragets bærekapasitet (Hesthagen 2010). Etableringen har skjedd ved innvandring av fremmed fisk (trolig villfisk og kultiveringsfisk fra andre vassdrag og rømt oppdrettslaks) og utsettinger av laks av Bjerkreimstamme. Forsøket på å styre etableringen av laksebestanden i vassdraget kom trolig for sent i gang (på grunn av forhold knyttet til etablering av kultiveringsaktiviteten) til at Bjerkreimstammen fikk dominere etableringen. Dagens laksebestand er genetisk forskjellig både fra Bjerkreimslaks og den opprinnelige laksebestanden i Mandalselva (Hesthagen 2010). I nærliggende Tovdalselva startet den styrte etablering kort tid etter kalking, og det er i dag etablert en bestand som genetisk ligner mye på utsettingsmaterialet, som kom fra Storelva i Vegårdsvassdraget. Dagens laksebestand i Mandalselva har således en blandet opprinnelse, basert både på de tidlige immigrantene og utsettingene.

Laksebestanden i Mandalselva økte raskt etter at kalkingen startet i 1997, og fangstene nådde en topp i 2006 med en rapportert fangst på nesten 12 tonn laks. I 2011 ble det rapportert en fangst på ca 8 tonn laks, under betydelig strengere fiskereguleringer. Dagens fangstutbytte ligger relativt nær det som ble rapportert på slutten av 1800-tallet og starten av 1900-tallet (10-15 tonn; Hesthagen 2010).

Aurebestanden (både stasjonær og sjøvandrende) overlevde forsuringen av vassdraget gjennom vellykket reproduksjon i innsjøer og sidebekker med bedre vannkvalitet (Larsen & Haraldstad 1994, Berger 2005). Det ble således også funnet ørretunger på lakseførende strekning før kalkingen startet. Tettheten økte fram til 2000, men har siden avtatt noe igjen til samme nivå som før kalking (Saltveit mfl. 2006). De rapporterte fangstene var lave i 1970- og 1980-åra, med unntak av en topp på nesten 1,5 tonn i 1985-86. Fangstene av sjørret økte deretter til ca 1,1 tonn i 2000, for deretter å avta noe (Salveit mfl. 2006). I 2011 ble det rapportert en fangst på 373 sjøaure med totalvekt på 404 kg. I Mannflåvann, midt på lakseførende strekning, finnes det også en relativt tett bestand av stasjonær aure (Hesthagen & Johnsen 2004).

Før forsuringen fantes det både røye og abbor i Mannflåvann. Også disse ble utryddet, og forekommer ikke lengre i vassdraget. Det finnes tre- og nipigget stingsild, ål og niøye i lakseførende del av vassdraget. Av disse er det bare for ål det finnes noe kunnskap om bestandsutvikling etter kalking. Basert på elfiske er det svært lave tettheter av ål i vassdraget (Thorstad mfl. 2010). Ål ble registrert på bare 9 av de 18 undersøkte stasjonene, men er registrert helt opp til Kosåna. Mengden ål har bare økt svakt (ikke signifikant) etter kalkinga (Thorstad mfl. 2010).

Vassdraget er regulert for vannkraftproduksjon i flere runder, fra det første (Skjerka kraftverk) i 1932 til det siste (Smeland) i 1985. Total reguleringsgrad, det vil si hvor mye av gjennomsnittlig årsvannføring som kan lagres i magasin, er relativt liten (14 %), men det er to kraftverk (Bjelland og Laudal) på den lakseførende strekningen. Dagens produksjonskapasitet for laks (bærekapasiteten) er anslått til mellom 54 500 og 118 500 smolt, og det er anslått at utbyggingen av vassdraget har redusert produksjonskapasiteten med 20 til 40 % i forhold til før utbygging (Ugedal mfl. 2006). Det er særlig tap av areal og redusert habitatkvalitet i de to minstevannføringsstrekningene, samt smolttap i Laudal kraftverk, som er viktige årsaker til dette tapet. På strekningene uten bortført vann ble reguleringseffektene (endringer i vannføring og temperatur) vurdert som samlet sett nøytrale (Ugedal mfl. 2006).

3 Dagens forhold på lakseførende strekning

Lakseførende strekning i Mandalselva er ca 48 km, og laksen kan i tillegg vandre ca 1,5 km opp i Kosåna, som representerer øvre vandringsgrense i vassdraget. I forhold til reguleringseffekter og økologisk kan vassdragets lakseførende del inndeles i seks strekninger (oppsummeringen er i stor grad basert på Ugedal mfl. 2006):

- Strekning 1. Strekningen omfatter Mandalselva fra sjøen opp til utløpet av Laudal kraftverk (ca 25 km), hvorav ca 16 km (fra Krossen og opp) er ordinær elvestrekning (resten er det lange flomålet). Her er de årlige vannmengdene som passerer tilnærmet det samme som før regulering, men fordelingen av vannet gjennom året er endret. Gjennomsnittsvannføringen har økt om høsten og vinteren, avtatt om våren, mens gjennomsnittsvannføringen er lite endret om sommeren.
- Strekning 2. Fra utløpet av Laudal kraftverk og opp til dammen ved Mannflåvann (inntaksmagasin for Laudal kraftverk) er det en minstevannføringsstrekning på ca 6 km. Minstevannføringen er i dag 3 m³/s om sommeren og 1,5 m³/s om vinteren, men reglementet for Laudal kraftverk er under revisjon og det er foreslått høyere slipp. Inntaket til Laudal kraftverk har et gjennomsnittlig avløp over året på 75,7 m³/s, og siden Laudal kraftverk har en maksimal slukeevne på 110 m³/s er vannføringen på denne strekningen lik minstevannføringen gjennom store deler av året. Det har imidlertid vært gjennomført forsøksslipp for å sikre oppvandring av laks (Lura 2006), og det har i de senere år vært sluppet vann for å øke andelen utvandrende smolt som passerer utenom kraftverket (Kvingedal mfl. 2011). Minstevannføringen vinter og sommer utgjør henholdsvis 2 og 4 % av middelvannføringen. Det er bygd flere terskler på strekningen.
- Strekning 3. Mannflåvann er en ca 5 km lang og ca 2 km² stor innsjø, som også fungerer som inntaksmagasin for Laudal kraftverk. Regulerings høyden er på 1 m. Mandalselva har innløp ca to tredjedels opp (nord) i innsjøen. Det vokser opp laksunger i Mannflåvann, og det er estimert en relativt høy smoltproduksjon i innsjøen (Hesthagen mfl. 2008).
- Strekning 4. På strekningen fra innløpet til Mannflåvann opp til utløpet av Bjelland kraftverk (ca 8 km) er det heller ikke bortført noe vann, og fordelingen av vannføring over året er lik som på strekning 1.
- Strekning 5. Fra utløp av Bjelland kraftverk er det en ny minstevannføringsstrekning, som strekker seg de ca 4 km opp til Kavfossen, som er det øvre naturlige vandringshindret i Mandalselva. Det er nå en minstevannføring på 2 m³/s om sommeren og 1 m³/s om vinteren, og når vannføringen i sidevassdraget Kosåna (strekning 6) er lavere enn dette, slippes det vann fra Tungesjømagasinet. Inntaket til Bjelland kraftverk i Tungesjø har et gjennomsnittlig avløp over året på 58,6 m³/s, mens slukeevnen til kraftverket er om lag 78 m³/s. Det vil derfor ikke være uvanlig at vannføringen på strekningen fra Kavfossen til Bjelland vil være lik minstevannføringen både om vinteren og om sommeren. Minstevannføringen om vinteren og sommeren utgjør henholdsvis 1,5 % og 3 % av middelvannføringen. Det er bygd to terskler på strekningen.
- Strekning 6. Den uregulerte Kosåna er lakseførende i ca 1,5 km, og har sitt utløp i Mandalselva rett nedstrøms Kavfossen.

Nedenfor vil de ulike strekningene bli kort beskrevet i forhold til forekomst av fisk, oppvandring og gyte- og oppvekstforhold. Beskrivelsen er basert på publiserte rapporter og upubliserte notater (se **Vedlegg**) framkommet gjennom flere gjennomførte prosjekter i de siste 10 åra. Forde-

ling av gyteområder for laks og sjøaure i vassdraget er under kartlegging, men vurderingene i denne rapporten er basert på kartleggingen av habitatforhold (Ugedal mfl. 2006).

3.1 Strekning 1 - Krossen til utløp Laudal kraftverk

Her forekommer alle de registrerte fiskeartene i anadrom del av vassdraget (laks, aure, ål, ni-øye, stingsild). Strekningen er viktig for bestandene av laks og sjøaure, fordi den omfatter 60 % av vanddekt areal på anadrom strekning. Betydningen av strekningen er mindre enn arealandelen skulle tilsi fordi 60 % av arealet har finkornet substrat (sand og svært fin grus) som dominerende bunnssubstrat. Gunstige vannføringsforhold og nøytrale regulerings effekter gjør likevel at over 50 % av laksesmolten i Mandalselva trolig produseres i denne strekningen. Substratsammensetningen tilsier at det er store gyteområder på strekningen, mens forekomsten av skjul for eldre laksunger trolig er en flaskehals (mye finkornet substrat). Det er ingen menneskeskapte hindre for oppvandring i strekningen, men det er en bratt strekning med stryk og mindre fosser som kan forsinke oppvandringen av laks og aure under gitte vannføringsforhold. Det er gjennomført tiltak for å lette oppvandringen.

3.2 Strekning 2 - Laudal kraftverk til dam Mannflå.

Denne minstevannføringsstrekningen kan deles i to nesten like lange deler, hvor den nederste er en bratt og storsteinet strekning hvor habitatet er lite endret etter regulering. I øvre del er det bygd flere terskler og strekningen er dominert av terskelbasseng med korte strykstrekninger. Kraftig redusert vannføring og betydelig habitatendringer tilsier at strekningen i dag betyr relativt lite for produksjonen av laks- og auresmolt i vassdraget sammenlignet med den historiske betydningen. Nedre del er, og har trolig alltid vært, for bratt og stri til at det finnes særlig med gytemuligheter. Detaljert kartlegging av gytehabitat (**Vedlegg 1**) viser at det i øvre deler finnes store gyteområder. De største av disse er i dag neppe i bruk, på grunn av at de ligger i terskelbasseng med for lave vannhastigheter for gyting. Gytemulighetene er i dag således begrenset, men tilstrekkelig til at det trolig foregår en ikke ubetydelig smoltproduksjon i strekningen. Skjul tilgangen er moderat i øvre del, og trolig svært god i den nedre og bratte delen. Elvearealet på strekningen utgjør 9 % av totalarealet, mens smoltproduksjonen er estimert til å utgjøre nesten 15 % av totalproduksjonen i vassdraget.

Strekningen representerer en betydelig flaskehals for oppvandring av fisk. Laks og sjøaure samler seg opp ved utløpet av Laudal kraftverk (Lura 2006), og når den først velger å vandre inn i minstevannføringsstrekningen representerer tersklene betydelig vandringsforsinkende elementer (Thorstad & Heggberget 1997; Thorstad & Hårsaker 1998). Uten tiltak passerer fisk strekningen primært under flommer om sensommeren og høsten. Det har vært gjennomført tiltak med vannslipp og reduksjon i vannføringen gjennom Laudal kraftverk, som har gitt tidligere oppvandring av laks (Lura 2006). Disse tiltakene er videreført med økt tapping i helgene i oppvandrings sesongen.

Nedvandring av utgytt laks og sjøaure (vinterstøinger) og smolt er også en betydelig utfordring. Vinterstøinger har trolig nær ingen overlevelse ved passering av turbinene i Laudal kraftverk, mens overlevelsen til smolt trolig også er lav. Uten tiltak ser det ut til at mye fisk vil passere gjennom turbinene (Uglem mfl. 2005). Det har vært utviklet strategier og tiltak som trolig har økt andelen fisk som vandrer uskadd ned minstevannføringsstrekningen betydelig. Tiltakene kombinerer slipp av vann, reduksjon i vannføring i kraftverket og bruk av skremmelys ved kraftverksinntaket (Uglem mfl. 2005; Kvingedal mfl. 2011; Fjeldstad mfl. 2011, innsendt manuskript).

Det er ikke kjent om ål bruker strekningen til oppvekst, men dette er sannsynlig, og ål passerer helt sikkert på vei opp til oppvekstområder lengre opp. Strekningen kan også være en flaskehals for oppvandring av ål, men dette er ikke undersøkt, og ål kan neppe returnere uskadd gjennom turbinene i Laudal kraftverk. Det er ikke gjennomført tiltak for å hindre at ål vandrer inn i turbinene, og omfanget av vandring er ikke kjent.

3.3 Strekning 3 – Mannflåvann

Dominerende fiskearter i denne innsjøen er stasjonær aure og laksunger. Aurebestanden har vært karakterisert som relativt tett (Hesthagen & Johnsen 2006). I en periode var det en etablert bestand av bekkerøye i innsjøen, men den ser nå ut til å være borte eller sterkt svekket (Hesthagen & Johnsen 2006). Innsjøen er trolig et viktig oppvekstområde for ål. Estimer av lakseproduksjon i innsjøen i 2005 basert på merking-gjenfangst og oppskalering (Hesthagen mfl. 2008) antyder at mellom 12 000 og 14 000 smolt kan i hovedsak ha vokst opp i innsjøen. Ugedal mfl. (2006) estimerte smoltproduksjonskapasiteten til mellom 5000 og 15 000 smolt. Innsjøen kan således stå for mellom 10 og 15 % av totalproduksjonen i vassdraget.

3.4 Strekning 4 – Mannflåvann til utløp Bjelland kraftverk

Dette er også en relativt viktig strekning for laks- og sjøaure. Det er ikke registrert ål ved elfiske på denne strekningen (Thorstad mfl. 2010), men det er funnet ål lengre oppe i elva. Det er ingen vandringshindre på strekningen, og vannføringsforholdene tilsier at oppvandringen både av laks og sjøaure foregår med normal hastighet. Arealet utgjør ca. 20 % av totalarealet på lakseførende strekning, og nedre del av strekningen er trolig et viktig rekrutteringsområde for laksunger som vokser opp i Mannflåvann. Produksjonen av laksefiskunger på strekningen kan være påvirket av til dels store forekomster av krypsiv i øverste del (Reither & Jansen 2012), men det er ikke kjent i hvor stor grad tett forekomst av krypsiv påvirker fiskeproduksjon. Om lag en tredjedel av strekningen er relativt stilleflytende, og over 70 % av arealet har finkornet substrat. Resten er arealet har grov grus og storstein/blokk. Som i strekning 1 er det sannsynligvis bra med gyteområder på strekningen, mens forekomsten av skjul trolig er begrensende for produksjonen. Laksunger kan imidlertid vandre ut i Mannflåvann der det er store arealer og gode oppvekstforhold (Hesthagen mfl. 2008). Lakseproduksjonen i området er estimert til å utgjøre ca 15 % av totalproduksjonen i vassdraget (Ugedal mfl. 2006), altså mindre enn arealandelen skulle tilsi.

3.5 Strekning 5 – Utløp Bjelland kraftverk til Kavfossen

Strekningen har to terskelbasseng som gjør at den er dominert av stilleflytende elv (ca 80 % av arealet), og om lag halvparten av arealet har finkornet substrat. Arealet utgjør ca 10 % av lakseførende areal i vassdraget. I øverste del finnes trolig noe av de beste områdene for oppvekst av laksunger i vassdraget, med gode skjulmuligheter. En enkel befaring tyder på at det er for lite gyteareal og det er foreslått tiltak (**Vedlegg 2**). De gode skjulmulighetene og høye fisketett-hetene tilsier likevel at andelen av lakseproduksjonen som foregår her trolig er lik arealandelen (ca 10 %). Det er ikke gjennomført studier av oppvandring på strekningen, men som ved starten av strekning 2 er det sannsynlig at fisken forsinkes ved utløpet av Bjelland kraftverk, der den skal finne den normalt lille vannstrømmen fra strekningen. Naturlige flommer fra det uregulerte Kosåna-feltet, og perioder med overløp i Tungesjø (inntaksmagasin til Bjelland kraftverk) gir trolig perioder når fisken lettere finner inngangen til og kan vandre gjennom strekningen. Det er også grunne områder der vannet er spredt utover ei stor elveseng som sannsynligvis er problematisk for oppvandring når det er minstevannføring (**Vedlegg 2**).

3.6 Strekning 6 – Kosåna

Denne korte strekningen er stri, med mye storsteinet substrat. Oppvekstforholdene er trolig gode, mens det er mulig at gyteforholdene begrenser produksjonen. Kosåna er som nevnt uregulert, men påvirkes av reguleringene ved at strekningen fra samløpet med Mandalselva og ned til utløpet av Bjelland kraftverk (og forsinkelser lengre ned) forsinkes oppvandringen av gytefisk til området.

4 Verdivurdering

Dagens laksebestand i Mandalselva er en nyetablert bestand av blandet opprinnelse, basert både på de tidlige immigrantene og utsettinger etter kalking. Den opprinnelige bestanden gikk tapt på grunn av forsuring. Verdien til laksebestanden ligger således ikke i at den representerer en unik laksebestand, men i at den representerer en stor verdi for fiskere og lokalsamfunnene (næring og rekreasjon), og at samfunnet har brukt store ressurser på å etablere bestanden gjennom omfattende kalkingsvirksomhet. Aurebestandene (stasjonær og anadrom) overlevde forsuringen i deler av vassdraget med bedre vannkvalitet, og kan således vurderes som en opprinnelig bestand. Historien til og forekomsten av de andre artene, ål, tre- og nipigget stingsild og niøye, gjennom forsuringsperioden er ikke kjent. Ål vandrer ikke opp i vassdrag om vannet er for surt (Larsen mfl. 2010), og det er derfor sannsynlig at det var lite eller ingen ål i Mandalsvassdraget under den verste forsuringen. Forekomsten har imidlertid økt svakt etter kalking (Larsen mfl. 2010; Thorstad mfl. 2010). Ålebestanden har avtatt dramatisk i Europa og andelen norsk ål i totalbestanden er sannsynligvis økende (Thorstad mfl. 2011). Arten er rødlistet i Norge (Gjøsæter mfl. 2010).

Tatt i betraktning de store ressursene som er brukt på kalking, de store økonomiske (direkte og ringvirkninger) og rekreasjonsmessige interessene knyttet til fiske etter laks og sjøure samt forekomsten av ål i vassdraget, vurderes verdien av anadrom strekning av Mandalselva som leveområde for fisk som høy.

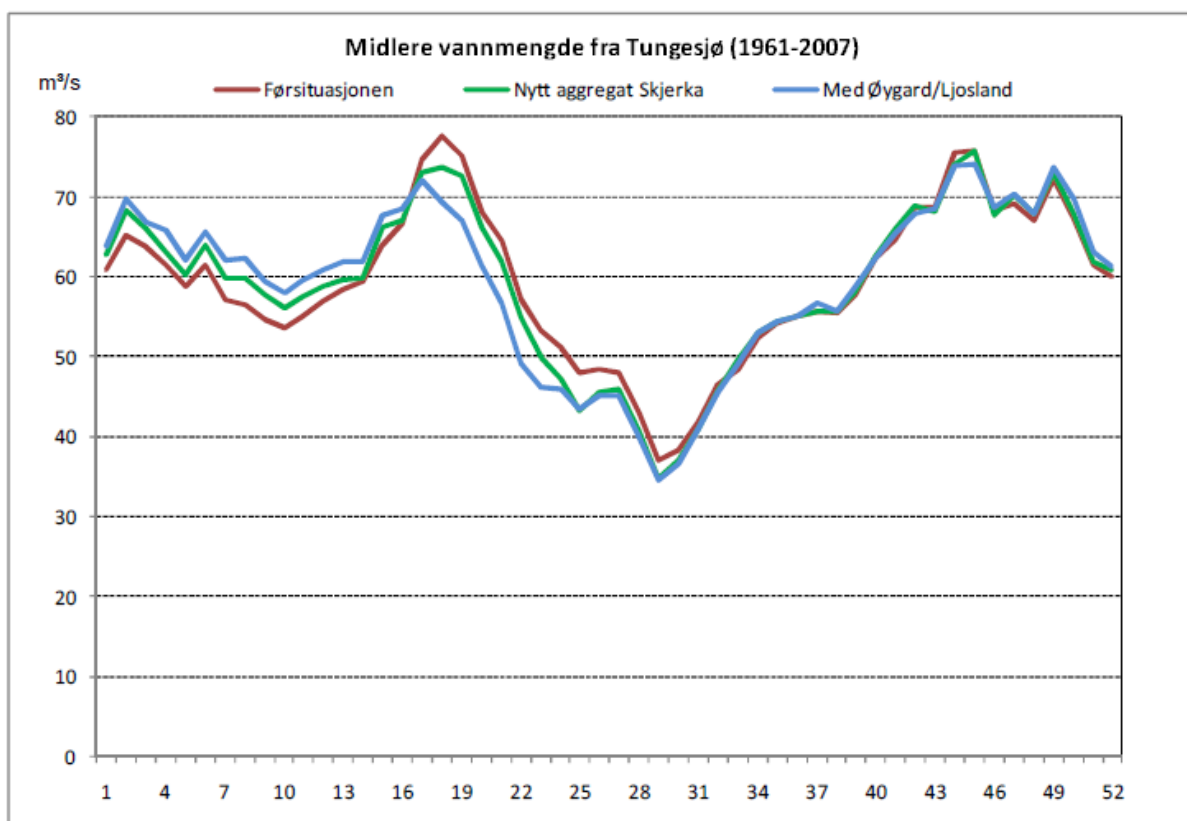
5 Effektvurdering

Effekten av det omsøkte tiltaket (Åseralprosjektene) på fisk i andarom strekning kan, fordi tiltaket ikke innebærer noen inngrep på strekningen, vurderes direkte ut fra endringene i vannføring (nivå og variasjon), vanntemperatur og isforhold. Disse er beskrevet i Fagrapport hydrologi (Magnell & Rudolph-Lund 2011), samt at korttidsvariasjoner i vannføring er spesielt beskrevet i eget notat (Magnell 2011). De hydrologiske analysene er basert på produksjonssimuleringer med historiske tilsigsserier for perioden 1961 til 2007 (47 år). Simuleringene tar utgangspunkt i seks hovedscenarier (inklusive førsituasjonen) som skiller seg fra hverandre dels ved endringer i slukekapasitet i eksisterende kraftverk, dels ved endringer i overføringskapasitet, men også i forhold til tekniske løsninger og vannveier. For de hydrologiske forholdene på lakseførende strekning kan imidlertid scenariene plasseres i to grupper (i tillegg til førsituasjonen) med lik endring i vannføring-, vanntemperatur- og isforhold. Disse er A) en ren utvidelse av slukekapasiteten i Skjerka kraftverk og B) i tillegg en økt overføringskapasitet fra Langevatn til Skjerkevatn/Nåvatn som er magasin for Skjerka kraftverk. Utvidelsen i Skjerka skal redusere flomtap og økte kraftverkets effekt, mens økt overføring fra Langevatn innebærer større magasinkapasitet gjennom økning i HRV i Langevatn (10 meter). Dette alternativet øker reguleringsgraden fra 24,6 til 25,9 % ved dammen i Tungesjø, og fra 19,2 til 20,2 % ved dam Mannflå, sammenlignet med førsituasjonen. Det bemerkes i hydrologirapporten at førsituasjonen ikke er synonymt med dagens regulering, men inkluderer den allerede omsøkte (konsesjonssøknad fra 2008) utvidelsen av Skjerkevatn gjennom heving av HRV slik at Skjerkevatn og ovenforliggende Nåvatn blir ett magasin. Inkluderes denne utvidelsen blir økningen i reguleringsgrad større (fra 21,7 til 25,9 % ved dammen i Tungesjø og fra 17 til 20,2 % ved dam Mannflå). Når jeg vurderer effekter av endringer i vannføringsforhold har jeg tatt som utgangspunkt at den allerede omsøkte utvidelsen ikke har negativ effekt for fisk på lakseførende strekning. Jeg har ikke foretatt en egen vurdering av dette tiltaket. Fordi denne søknaden ikke inkluderte utvidelsen av kapasiteten i Skjerka kraftverk, som er inkludert i prosjektet som vurderes i denne rapporten, har jeg forholdt meg til den samlede økningen i reguleringsgrad når jeg har vurdert mulighetene for økt grad av variabel kraftverksdrift (se nedenfor). De to konsekvensalternativene vil omtales som A (Skjerka) og B (Skjerka + Langvatn).

Vannføringsvurderingene er basert på simulert vannføring ut av Tungesjø (som går gjennom Bjelland kraftverk og eventuelt overløp). Vannføringen nedstrøms dette vil gradvis øke på grunn av tilførsler fra uregulerte felt, og således bidra til at forskjellene mellom nåsituasjonen og de to alternativene blir mindre.

5.1 Strekninger uten bortført vann (strekning 1, 3 og 4)

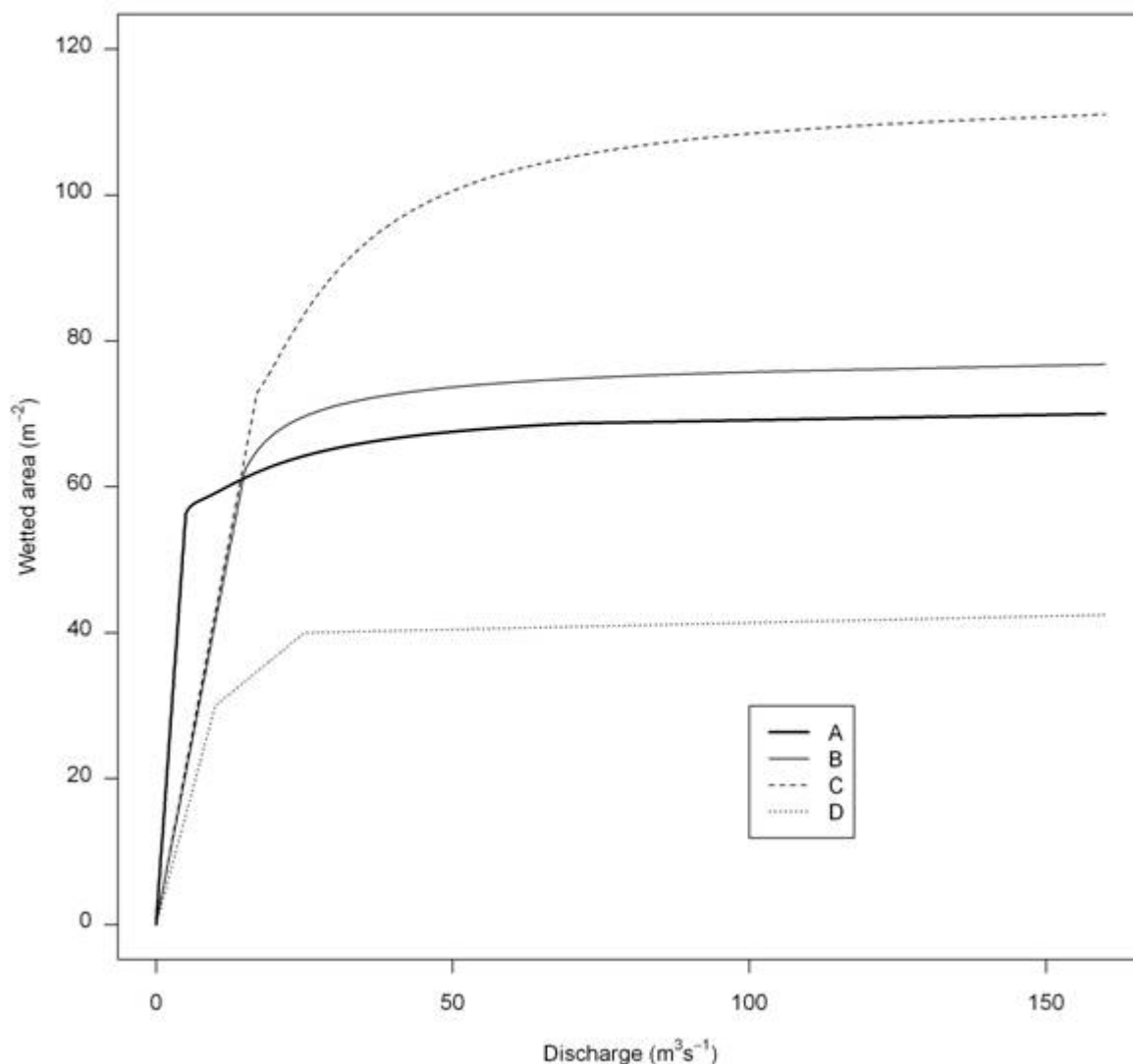
Sammenlignet med førsituasjonen vil vannføringen øke om vinteren (primært fra januar til og med april), avta om våren og sommeren fram til august og være svært lik resten av året (**Figur 1**). Økningen om vinteren utgjør i gjennomsnitt en økning fra 60,5 m³/s i nåsituasjonen til henholdsvis 62,4 og 64,0 for alternativ A og B. Dette tilsvarer en prosentvis økning på ca 3,1 % for alternativ A og ca 5,8 % for alternativ B. Forskjellene (basert på ukeverdier) er relativt konstante i perioden (januar-april). Det finnes god dokumentasjon for at lav vintervannføring kan være ugunstig for laksunger (Chadwick 1982, Gibson & Myers 1988, Cunjak mfl. 1998), og at økt minstevannføring etter vassdragsregulering kan øke produksjonskapasiteten (Hvidsten mfl. 2004, Næsje mfl. 2005). Laveste ukemiddel vannføring har allerede økt etter regulering noe som isolert sett har vært vurdert som positivt for produksjonen av laksefisk (Ugedal mfl. 2006). En ytterligere økning i størrelsesorden 3-6 % vil neppe ha særlig betydning, og denne endringen antas ikke å påvirke fiskeproduksjonen.



Figur 1. Simulert sum midlere tapping fra Tungesjø. Fra Hydrologirapport (Magnell & Rudolph-Lund 2011). Kurvene viser altså simulert vannføring nedstrøms Bjelland kraftverk.

Høyeste ukemiddel vannføring om våren (under smoltutvandringen) vil i gjennomsnitt reduseres fra ca 78 m³/s i dagens situasjon til henholdsvis 74 og 72 m³/s (alle verdier avlest fra figur 33 i Magnell & Rudolph-Lund 2011) for alternativ A og B, tilsvarende reduksjoner på ca 5 og 8 %. Det er sannsynliggjort at vannføring under smoltutvandring kan påvirke smoltens overlevelse (i elva og sjøen utenfor; Hvidsten & Hansen 1988, Hvidsten mfl. 1995, Forseth mfl. 2003, Jensen mfl. 2011), slik at redusert vannføring kan gi redusert overlevelse. Flomtoppene er allerede redusert gjennom eksisterende regulering av vassdraget, og det er om våren at endringen i vannføring blir størst med den omsøkte tilleggsreguleringen. På den annen side er vannføringen i restfeltene også størst om våren og særlig vil det relativt store Kosånafeltet kunne bidra med betydelige vannføring om våren. Den samlede effekten av redusert vårvannføring er usikker, men kan, særlig ved alternativ B, gi redusert overlevelse hos utvandrende smolt av laks og aure. Effekten er trolig i gjennomsnitt svært liten.

Om sommeren (juni og juli) reduseres vannføringen i gjennomsnitt fra 46,4 m³/s i nåsituasjonen til henholdsvis 43,6 og 42,5 m³/s ved alternativ A og B, tilsvarende reduksjoner på ca 3 og 4 %. Nyere forskning antyder at størrelsen på oppvekstområdene (ytre sett gitt av vanddekt areal) er viktig for fiskens overlevelse om sommeren, fordi tetthetsregulering er viktig for fiskens prestasjoner (Teichert 2011; Finstad mfl. 2011). Det er i regi av EnviDORR-prosjektet etablert sammenhenger mellom vanddekt areal og vannføring på områder som representerer forskjellige type strekninger av Mandalelva (**Figur 2**). Bare på en av typene endres vanddekt areal i særlig grad når vannføringen reduseres fra 46 m³/s og ned mot 40 m³/s (type C), mens i de andre typene reduseres arealet mye først ved enda lavere vannføringer. Type C representerer brede og grunne elvestrekninger. Den samlede arealendringen (på hele elvestrekningen), selv ved alternativ B når vannføringen i gjennomsnitt reduseres fra ca 46 til ca 43 m³/s, vil uansett bli svært liten og det er usannsynlig at denne endringen vil påvirke produksjonskapasiteten i vassdraget.



Figur 2. Sammenhenger mellom vannføring (x-aksen) og vanddekt areal (y aksen) på fire representative strekning av Mandalselva. Fra EnviDORR-prosjektet ved J. Sauterlaute, SINTEF Energiforskning.

I henhold til den hydrologiske delrapporten (Magnell & Rudolph-Lund 2011) forventes det ingen endringer i temperatur- eller isforhold på lakseførende strekning (nedstrøms Håverstad). Denne konklusjonen baserer seg imidlertid på vurderinger av forholdene i vannet som kommer inn på lakseførende strekning, og det er ikke gjennomført modelleringer av effekter på og nedover den lakseførende strekningen. Redusert vår- og sommervannføring kan, i alle fall for alternativ B, gi noe raskere oppvarming av vannet. Fordi det ikke er gjennomført modelleringer av vanntemperaturen nedover vassdraget er det vanskelig å anslå hvor stor denne effekten er. Gjennomsnittlig reduksjon i vannføring i månedene mai og juni er på 7 % for alternativ B, og en slik reduksjon kan nok gi noe raskere oppvarming. Det er forventet at dette vil gi bedre vekst og således være positivt for produksjonen av laks og aure. Effekten er imidlertid trolig liten, og trolig neglisjerbar for alternativ A.

Endringer i vår-, sommer- og høstvannføring kan påvirke fiskenes oppvandring i vassdraget. Endringene om våren og sommeren er generelt små, og det er tilnærmet ingen forskjell mellom

nåsituasjonen og de to alternativene om høsten. Det er derfor usannsynlig at tilleggsreguleringene vil påvirke oppvandringsmønstret av laks, aure eller ål på de strekningene der det ikke er bortført vann.

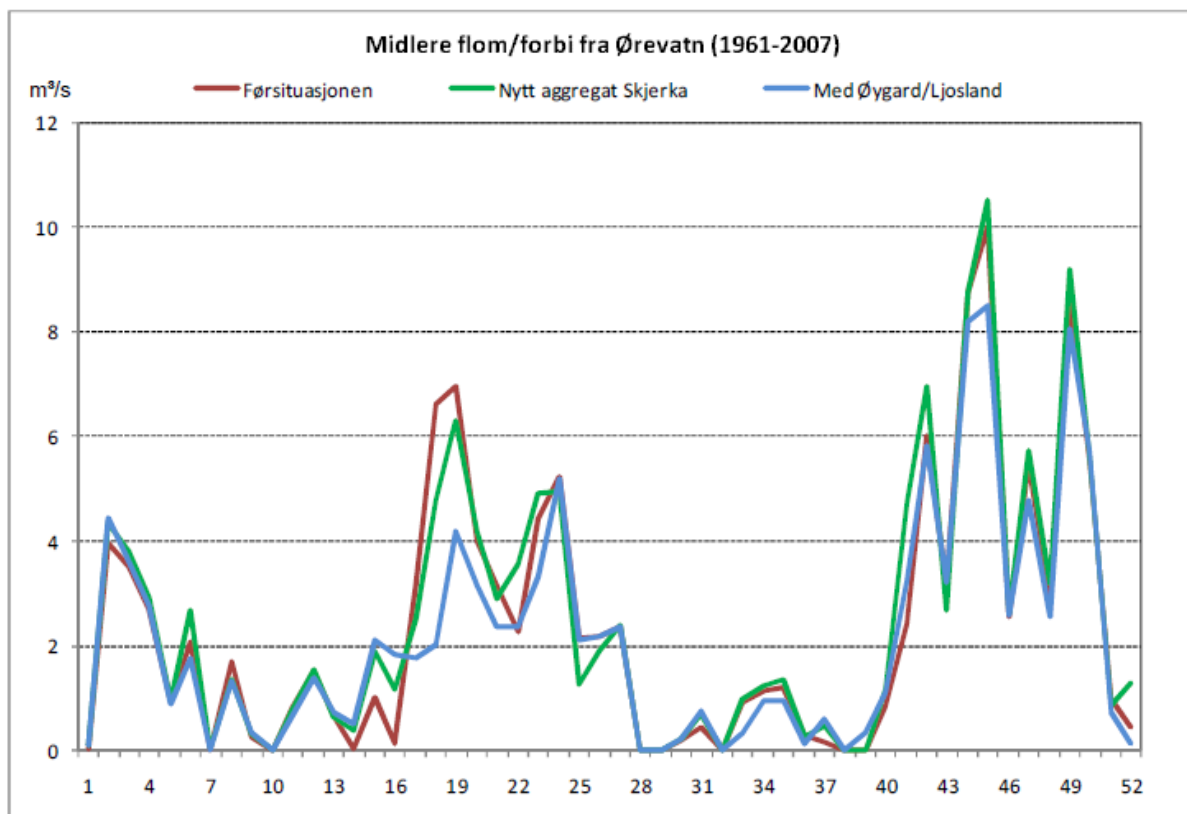
En siste faktor i konsekvensvurderingen i strekningene uten bortført vann er korttidsvariasjoner i vannføring. Det er en generell trend at kraftverk i Norge kjøres mer dynamisk for å møte variabelt kraftbehov og som en tilpasning til variabel kraftpris (Knutsen & Ruud 2011). Slik variabel kjøring har også forekommet i Mandalselva (Magnell 2011). Den foreslåtte tilleggsreguleringen vil innebære økt effekt i Skjerka kraftverk (begge alternativer) og øker den totale reguleringsgraden i vassdraget (særlig ved alternativ B). Magnell & Rudolph-Lund (2011) og Magnell (2011) framholder at variasjonene i vannføring vil foregå innenfor samme variasjonsområde som nå, men sier lite om frekvensen, ut over at det kan forventes et klarere mønster med økt drift og høy vannføring i ukedagene og lavere i helgene i Håverstad kraftverk. Konesjonsvilkår har 30 års varighet, og det er vanskelig å forutsi hvordan marked og forutsetninger for drift av kraftverk vil endre seg. Jeg tar derfor som utgangspunkt at tilleggsreguleringen gjennom økt reguleringsgrad og økt effekt i Skjerka kraftverk potensielt kan gi mer variabel vannføring over kortere tidsperioder nedstrøms Håverstad enn uten utvidelsen. Magnell (2011) har sett nærmere på vannstandsendringer på to målepunkter, Bjelland kalkdoseringsanlegg og avløpsstasjon Laudal, basert på data fra noen observerte raske vannføringsendringer. Stasjonene er neppe representative i form av vannstandsendringer (cm/time) fordi disse vil være avhengig av profilen på målepunktet, og endringene er større for samme vannføringsendring på Bjelland enn Laudal (Magnell 2011). Det er utviklet grenseverdier for senkingshastigheter i elver som skal sikre at få fisk (laks og aureunger) strander basert på en rekke eksperimentelle studier (Harby mfl. 2005). Disse tilsier at som en tommelfingerregel bør ikke vannstanden endre seg raskere enn 13 cm pr time. Ved stasjon Bjelland er det observert flere episoder både i 2010 og 2011 hvor denne grensen er overskredet (senkingshastigheter opp til 32,5 cm pr time), mens det ved Laudal ikke er observert endringer som er raskere enn 5 cm pr time. Analysene antyder at det med det dagens driftsmønstret kan ha vært episoder der fisk har strandet i utsatte områder. Uten en samlet kartlegging av forekomsten av strandingsutsatte områder er det ikke mulig å anslå hvor stort dette problemet har vært, og uten kunnskap om framtidig kjøremønster er det heller ikke mulig å anslå hvordan tilleggsreguleringen kan påvirke dette fenomenet, ut over at økt regulering gir økte muligheter for slike episoder. Jeg kommer tilbake til dette temaet i kapitlet avbøtende tiltak.

5.2 Strekninger med bortført vann (strekning 2 og 5, og indirekte strekning 6)

I utgangspunktet er det minstevannføringsbestemmelsene (pålagte eller frivillige) som bestemmer miljøforholdene på strekning 2 (Laudal-Mannflå) og 5 (Bjelland-Kavfossen), i tillegg til at Kosåna i perioder gir høyere vannføring enn minstevannføringen i strekning 5. Imidlertid vil det under flomperioder være overløp både ved Tungesjø (ned i strekning 5) og ved Mannflåvann (ned i strekning 2). Slike overløp og endringer i disse vil kunne påvirke både smoltutvandringen fra strekningen og oppvandringen av voksenfisk til og gjennom strekningene. Endringene vil neppe påvirke fiskeproduksjonen i strekningene, fordi periodene med overløp normalt er for korte til å gi produksjonsgevinster og det er således minstevannføringene som er dimensjonerende for fiskeproduksjonen.

Endringene i overløp over dammen ved Mannflå vil i utgangspunktet kunne representeres med endringene i vannføring ved Tungesjø (**Figur 1**, og simuleringer for tørre og våte år i vedlegg i Magnell & Rudolph-Lund 2011), men med en betydelig redusert forskjell mellom før- og etter-situasjonen på grunn av tilførsler fra restfelt. Det framstår således som usannsynlig at det vil bli endringer i overløp over dammen ved Mannflå som har betydning for vandring. I dette området foregår det også en revisjonsprosess (se ovenfor) som skal bidra til å bedre både opp- og nedvandringsforholdene. Disse tiltakene vil ha betydelig større effekt enn eventuelt svært små endringer i overløp som følge av tilleggsreguleringene.

I strekning 5 (Bjelland-Kavfossen) er det ikke planlagt noen tiltak for å bedre vandringsforholdene, og endringer i overløp som følge av tilleggsreguleringene kan påvirke forekomster av og størrelsen på flommer på strekningen. I hydrologirapporten (Magnell & Rudolph-Lund 2011) er det gitt figurer og månedlige gjennomsnittlige flomtap (overløp) forbi Ørevatn (inntaksmagasinet for Håverstad kraftverk). Slike overløp fanges opp igjen i Tungesjø, som er inntaksmagasin for Bjelland kraftverk. Slukekapasiteten i Bjelland kraftverk er noe større enn i Håverstad (henholdsvis 82 og 75 m³/s) noe som isolert sett gir mindre overløp ved Tungesjø, men samtidig tilføres noe vann fra feltet mellom de to magasinene. Jeg antar således at det relative overløpet ved Tungesjø blir likt men noe lavere enn det ved Ørevatn (**Figur 3**). Forskjellen i overløp (til strekning 5) er generelt liten mellom førsituasjonen og de to alternativene med unntak av om våren og i noen høstsituasjoner. Gjennomsnittlig overløp i mai (viktig måned for smoltutvandring) reduseres fra førsituasjonen på 4,77 m³/s til henholdsvis 4,41 og 2,89 m³/s for alternativ A og B. I april tilsier simuleringene at overløpet kan bli noe høyere (ca 1,3 før og 1,5 m³/s etter), og noe av smolten i området starter trolig utvandringen midt i april (Uglem mfl. 2005; Kvingedal mfl. 2010). Selv om de relative endringene er store (nesten 40 % reduksjon for alternativ B i mai), er vannmengdene små. Vannføring fra det uregulerte Kosånefeltet er betydelig viktigere for smoltutvandringen, men det ekstra bidraget fra overløp på Tungesjø er neppe uten betydning. Det må bemerkes at disse vurderingene er basert på gjennomsnittlig overløp fra en relativt lang tidsserie, og at slike gjennomsnittsbetraktninger er sårbare for store overløp i enkeltår/enkeltepisoder. Det er også i dag relativt sjeldent det er overløp i Tungesjø. En liten negativ effekt på smoltutvandringen og overlevelsen er således å forvente i noen år for alternativ B, men ikke A. En viss demping av høstflommene på grunn av mindre overløp kan også påvirke oppvandringen inn i, gjennom og forbi strekning (opp i Kosåna – strekning 6). Forskjellene i vannføringsforhold er imidlertid så små at de neppe vil ha biologisk betydning, i form av å påvirke rekrutteringen i området, men kan påvirke fiskemulighetene (senere oppvandring).



Figur 3. Simulert overløp ved Ørevatn. Fra Magnell & Rudolph-Lund (2011).

5.3 Samlet effektvurdering

Den samlede effektvurderingen er basert på å vurdere de ulike effektene på fiskeproduksjon (basert på laksefisk) og effektene på opp- og nedvandring av fisk, strekning for strekning (**Tabell 1**). Jeg har antatt at forskjellene mellom førsituasjonen og de to alternativene gradvis blir mindre nedover i vassdraget, fordi uregulerte felt kommer til og reduserer forskjellene i fysiske forhold.

Tabell 1. Vurdering av effekter av de to alternativene (A/ B) for tilleggsregulering i Mandalselva, fordelt på de seks strekningene og vurdert faktor for faktor og samlet. Vurderingene er tabulert som mulig svak positiv effekt ((+)), ingen effekt (0), mulig svak negativ effekt ((-)) og svak negativ effekt (-). Den relative betydningen av hver av strekningene for produksjon av lakse-smolt i Mandalselva er også gitt. Kosåna er en lakseførende i en kort strekning (ca 1,5 km) og smoltproduksjonen er liten.

Strekning nr		Vinteroverlevelse	Smoltoverlevelse	Vekst og overlevelse sommer	Oppvandring	Korttidsvariasjoner	Samlet vurdering	Relative betydning
1	Krossen-utløp Laudal	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	50 %
2	Utløp Laudal-Mannflå	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	10-15 %
3	Mannflåvann	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	10-15 %
4	Mannflåvann-utløp Bjelland	0/0	(-)/-	0/(+)	0/0	0/(-)	(-)/-	15 %
5	Utløp Bjelland-Kavfossen	0/0	0/(-)	0/0	0/(-)	0/0	0/(-)	10 %
6	Kosåna	0/0	0/0	0/0	0/(-)	0/0	0/(-)	

Det framgår av vurderingen at det neppe blir negative effekter for laks av noen av utbyggingsalternativene fra Mannflåvann og nedstrøms, der anslagsvis 70-80 % av lakseproduksjonen foregår. Det er rimelig å anta at heller ikke sjøaurebestandene vil påvirkes i dette området. Det er registrert lave forekomster av ål i vassdraget og det ble fanget ål på bare et fåtall av elfiskestasjonene (Thorstad mfl. 2010). Det er ikke påvist ål på strekningen Mannflåvann til Bjelland, men det ble fanget ål på strekning 5. Den relative utbredelsen av ål i vassdragets ulike deler er således dårlig kjent. For niøye er kunnskapen enda dårligere. Stasjonær aure finnes i Mannflåvann, og vil således ikke bli påvirket. Trepigget stingsild lever både i ferskvann, brakkvann og saltvann, og er antatt å ha en marin innvandring. Det er derfor sannsynlig at denne primært finnes i nedre del av vassdraget (oppvandring forbi Laudal er trolig vanskelig), dersom den ikke overlevde forsuringa i områder lengre opp. Nipigget stingsild (som ikke lever i saltvann) kan også ha overlevd forsuringa og kan finnes i hele elvestrengen, men dette er etter det jeg kjenner til ikke undersøkt.

Oppstrøms Mannflåvann til utløp av Bjelland kraftverk er det området der miljøendringene blir størst, og vurderingen tilsier at det samlet er en mulig svak negativ effekt ved alternativ A og en svak negativ effekt ved alternativ B. Det er redusert vårvannføring som kan påvirke smoltoverlevelsen, og mulighetene for økt grad av variabel vannføring og påfølgende strandingsrisiko som gir denne vurderingen. I størrelsesorden 15 % av lakseproduksjonen i vassdraget foregår i denne strekningen. I strekning 5 (utløp Bjelland til Kavfossen) kan redusert forekomst av overløp påvirke smolutvandringen noen år, samt at redusert størrelse på noen av høstflommene (de som i dag suppleres av overløp) kan påvirke gytefiskens oppvandring. Den siste faktoren gir trolig primært effekt i form av reduserte fiskemuligheter (sen oppvandring), mens det er lite trolig at rekrutteringen blir påvirket (fisken når trolig gyteområdene i tide). Effekten vurderes

samlet som mulig svak negativ i strekningen, hvor anslagsvis 10 % av smoltproduksjonen i vassdraget foregår.

Fordi store deler av vassdraget neppe vil få målbare effekter for laks, fordi noen av de andre fiskeartene trolig også har sin hovedutbredelse i disse delene, og fordi eventuelle effekter i øvre deler trolig blir små, blir den samlede vurderingen for den lakseførende strekningen en mulig svak negativ effekt ved alternativ A og en svak negativ effekt ved alternativ B.

6 Avbøtende tiltak

Der er primært byggingen av Laudal og Bjelland kraftverk som har påvirket produksjonen av laks i Mandalselva negativt, og det er estimert at smoltproduksjonen har blitt redusert med 20-40 % (Ugedal mfl. 2006). Det har i de senere år vært gjennomført flere tiltak som har bidratt til å redusere problemene (Lura 2006, Uglem mfl. 2005, Kvingedal mfl. 2011) og manøvreringsreglementet for Laudal kraftverk er under revisjon. Det er forventet at denne revisjon vil bedre både produksjons-, utvandnings- og oppvandningsforholdene (ut fra foreliggende forslag). Disse tiltakene vil ha en betydelig større positiv effekt på laks- og sjøaurebetandene i vassdraget, enn den mulig svak negative/svak negative effekten av den foreslåtte tilleggsreguleringen. En av de faktorene som bidrar til en henholdsvis mulig svak og svak negativ effekt ved de to utbyggingsalternativene (A og B) er økt mulighet for raske vannføringsendringer. Slike har forekommet i vassdraget i de senere år (Magnell 2011). Et opplagt avbøtende tiltak, som også vil ha betydning for fiskebestandene om tilleggsreguleringen ikke blir realisert, er å sikre at vannføringsreduksjonene gjennomføres slik at vannstandsendingene foregår saktere enn 13 cm pr time i representative standingsutsatte områder, og at de andre forsiktighetsreglene i Harby mfl. (2004) etterleves. Et slikt tiltak vil flytte effektvurderingen fra svakt negativ til mulig svakt negativ for strekning 4 ved alternativ B.

Et annet avbøtende tiltak er å sikre høyere vannføring under smoltutgangen. Det er gjennomført en simuleringsstudie som viser at det er mulig å planlegge driften av kraftverkene slik at det skapes gunstige vannføringsforhold både for utvandringen fra strekningen oppstrøms Mannflåvann og for valget av utvandningsrute ved inntaket for Laudal kraftverk, uten at dette gir store produksjonstap (Fjeldstad mfl., innsendt manuskript).

Dersom regulanten både kan sikre minst like stor vårflom som under dagens regulering og innfører restriksjoner på nedtappingshastighet i samsvar med anbefalingen, vil den samlede effektvurderingen bli «ingen effekt».

7 Samlet konsekvensvurdering

Den lakseførende delen av vassdraget har stor verdi for fisk, primært for laks og sjøaure. Verdien knyttes primært til de store rekreasjonsmessige interessene og økonomiske ringvirkningene av laksefisket, samt til de store ressursene som har vært brukt og brukes på kalking av vassdraget. Konsekvensene for fisk er vurdert som mulig svak negativ ved alternativ A (bare utvidelse av kapasitet i Skjerka kraftverk) og svak negativ ved alternativ B (utvidelse av kapasitet i Skjerka pluss økt overføringskapasitet fra Langevatn til Skjerkevatt/Nåvatn). Dersom de foreslåtte avbøtende tiltak blir gjennomført vil effekten trolig bli nøytral. Andre målrettede tiltak, som nye vannslippsbestemmelser forbi Laudal Kraftverk og habitatfordringer, vil kunne øke produksjonen og det høstbare overskuddet betydelig, uavhengig av tilleggsreguleringen.

8 Referanser

- Berger, H.M. 2005. Registrering av potensielle sjøørretbekker i Mandal og Marnadal kommune i Vest-Agder. Berger feltBIO Rapport nr 5-2005. 50 s.
- Chadwick, E.M.P. 1982. Stock-recruitment relationship for Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Newfoundland rivers. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 1496–1501.
- Cunjak, R.A., Prowse, T.D. & Parrish, D.L. 1998. Atlantic salmon (*Salmo salar*) in winter: "the season of parr discontent"? - Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 55, 161-180.
- Finstad, A.G., Armstrong, J.D. & Nislow, K.H. 2011. Freshwater Habitat Requirements of Atlantic Salmon. - Chapter 3 in *Atlantic Salmon Ecology* (eds Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal) pp. 145-161. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Fjeldstad, H. P., Uglem, I., Diserud, O. H., Fiske, P., Forseth, T., Kvingedal, E., Hvidsten, N. A., Økland, F. & Järnegren, J. A. (innsendt) A concept for improving Atlantic salmon smolt migration past hydro power intakes. Innsendt til Journal of Fish Biology.
- Forseth, T., Fiske, P., Hvidsten, N.A. & Saltveit, S.J. 2003. Smoltoverlevelse i Suldalslågen. Miljøfaktorer som påvirker smoltutvandring og overlevelse i fjorden. - Suldalslågen Miljørapport 30. 59 s.
- Gibson, R.J. & Myers, R.A. 1988. Influence of seasonal river discharge on survival of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 344-348.
- Gjøsæter, J., Hesthagen, T., Borgstrøm, R., Brabrand, Å., Byrkjedal, I., Christiansen, J.S., Nedreaas, K., Pethon, P., Uiblein, F., Vøllestad, A. & Wienerroither, R. 2010. Fisker, «Pisces». S 403-412 i Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. og Skjelseth, S. (red.). 2010. Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Norge.
- Harby, A., Alfredsen, K., Arnekleiv, J. V., Flodmark, L. E. W., Halleraker, J. H., Johansen, S. & Saltveit, S. J. 2004. Raske vannstandsendringer i elver - Virkninger på fisk, bunndyr og begroing. - SINTEF Teknisk Rapport. 39 s.
- Hesthagen, T. & Johnsen, B.O. 2004. Mandalsvassdraget – Fisk i Mannfåvann. Overvåking av større prosjekter i 2003. DN Notat 2004-2. s. 70-71.
- Hesthagen, T. & Johnsen, B.O. 2006. Mandalsvassdraget – Fisk i Mannfåvann. Overvåking av større prosjekter i 2005. DN Notat 2006-1. s. 67-68.
- Hesthagen, T., Ugedal, O. & Fløystad, L. 2008. Laksen i Mannflåvann i Mandalsvassdraget: en foreløpig beregning av presmoltproduksjon. NINA Minirapport 211. 11 s.
- Hesthagen, T. 2010 (redaktør). Etablering av nye laksestammer på Sørlandet. Erfaringer fra arbeidet i Mandalselva og Tovdalselva etter kalking. Dn-utredning 7-2010. 124 s.
- Hvidsten, N. A. & Hansen, L. P. 1988. Increased recapture rate of adult Atlantic salmon, *Salmo salar* L., stocked as smolts at high water discharge. - Journal of Fish Biology 32:153-154.
- Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Vivås, H., Bakke, Ø. & Heggberget, T.G. 1995. Downstream migration of Atlantic salmon smolts in relation to water flow, water temperature, moon phase and social interaction. - Nordic J. Freshw. Res. 70: 38-48.
- Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Jensen, A.J., Fiske, P., Ugedal, O., Thorstad, E.B., Jensås, J.G., Bakke, Ø. & Forseth, T. 2004. Orkla - et nasjonalt referanseverk for studier av bestandsregulerende faktorer hos laks. Samlerapport for perioden 1979-2002. - NINA Fagrapport 79. 96 s.
- Jensen, A.J., Berg, M., Bremset, G., Eide, O., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Johnsen, B.O. & Lund, E. 2011. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Rapport for perioden 2008-2010. - NINA Rapport 659. 77 s.
- Knutsen, J.K., and Ruud, A. 2011. Changing currents in Norwegian hydropower governance? The challenge of reconciling conflicting interests. SINTEF/CEDREN Report TR A7111.
- Kvingedal, E., Forseth, T., Fjeldstad, H-P., Uglem, I. & Diserud, O. (2011). Smoltutvandring forbi Laudal kraftverk i Mandalselva: estimert effekt av ekstra vannslipp i 2009 og 2010. NINA Minirapport 339 11 s.
- Larsen, B.M. & Haraldstad, Ø. 1994. Kalkingsplan for Mandalselva i Vest-Agder. – Flerbruksplan for Mandalsvassdraget. Fagrapport til faggruppe for fisk og forurensing. 57 s.
- Larsen, B.M., Thorstad, E.B. & Hesthagen, T. 2010. Forekomst og bestandsutvikling hos ål i kalke vassdrag i Agder og Rogaland. pH-status nr. 2 2010. s 4-5.
- Lura, H. 2006. Oppvandring av fisk fra Laudal til Mannflåvann i 2005. Ambio Miljørådgiving Rapport 25117-1, 38 s.
- Magnell, J-P. & Rudolph-Lund, K. 2011. Åseralprosjektene. Fagrapport hydrologi. SWECO Rapport 145601-1. 67 s pluss vedlegg.

- Magnell, J-P. 2011 b. Korttidsvariasjoner i vannstander og vannføringer på lakseførende strekning i Mandalselva som følge av variabel kjøring av kraftverkene. Notat KU Åseralprosjektene, 20.10.2011.. SWECO Norge. 13 s.
- Næsje, T.F., Fiske, P., Forseth, T., Thorstad, E.B., Ugedal, O., Finstad, A.G., Hvidsten, N.A., Jensen, A.J. & Saksgård, L. 2005. Biologiske undersøkelser i Altaelva: Faglig oppsummering og kommentarer til forslag om varig manøvreringsreglement. - NINA Rapport 80:1-99.
- Reither, E. & Jansen, I.J. 2012. Kartlegging av krypsiv i Agder, Statens Kartverk, Prosjektrapport 2012. 45 s.
- Salveit, S.J., Brabrand, Å, Berger, H.M., Bremnes, T., Kleiven, E., Pavels, H. & Smedstad, F. 2006. Mandalselva, fisk. I Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN Notat 2006-1.
- Teichert, M.A.K. 2011. Regulation in Atlantic salmon (*Salmo salar*): The interaction between habitat and density. - Doctoral theses at NTNU, 2011:138.
- Thorstad, E.B. & Heggberget, T.G. 1997. Oppvandring hos radiomerket laks og sjøørret i Mandalsvassdraget i forhold til minstevannføring, terskler og kalking. NINA Oppdragsmelding 470: 1-41.
- Thorstad, E.B. & Hårsaker, K. 1998. Vandring hos radiomerket laks i Mandalselva i forhold til minstevannføring, lokkeflommer, terskler og kalking - videreføring av tidligere undersøkelser. NINA Oppdragsmelding 541: 1-31.
- Thorstad, E.B., Larsen, B.M., Hesthagen, T., Næsje, T.F., Poole, R., Aarestrup, K., Pedersen, M.I., Hanssen, F., Østborg, G., Økland, F., Aasestad, I. & Sandlund, O.T. 2010. Ål og konsekvenser av vannkraftutbygginger – en kunnskapsoppsummering. Rapport nr. 1 – 2010 Miljøbasert vannføring, 136 s. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Thorstad, E.B., Larsen, B.M., Finstad, B., Hesthagen, T., Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Næsje, T.F. & Sandlund, O.T. 2011. Kunnskapsoppsummering om ål og forslag til overvåkingssystem i norske vassdrag. NINA Rapport 661: 69 s.
- Ugedal, O., Larsen, B.M., Forseth, T. & Johnsen, B.O. (2006) Produksjonspotensial for laks i Mandalselva og vurdering av tap som følge av kraftutbygging. NINA Rapport 146, 45 s.
- Uglen, I., Økland, F., Forseth, T., Diserud, O., Fiske, P., Thorstad, E.B., Hvidsten, N.A. & Berger, H.M. (2005). Smoltutvandring forbi Laudal kraftverk i Mandalselva. - NINA Rapport 13. 31 s.

Vedlegg

Vedlegg 1. Notat fra befaring strekning 2, mai 2009. Utarbeidet av EnviDORR-teamet som deltok på befaringen

Forslag til fysiske tiltak på minstevannføringsstrekning mellom Dam Mannflå og Laudal i Mandalselva

Notat fra befaring 26. og 27. mai 2009

10. september 2009

Bakgrunn

Med utgangspunkt i behandling av søknad om endringer i konsesjonsvilkår for Agder Energi Produksjon (AEP) sin konsesjon for Laudal Kraftverk i Mandalselva er det sannsynlig at vannføringsregimet på minstevannføringsstrekningen mellom Dam Mannflå og utløpet av Laudal kraftverk vil bli endret. AEP har i brev til NVE (30/6-08), som respons på høringsuttalelser til den opprinnelige søknaden, foreslått en gjennomsnittlig vannføring om sommeren (1. mai til 30. september) på 12 m³/s. Vannføringen skal aldri være lavere enn 6 m³/s, og det skal kunne slippes opp til 40 m³/s over dammen. Slipp over 40 m³/s skal ikke medregnes i gjennomsnittet. For å kunne slippe opp til 40 m³/s over dammen på sommervannstand må det bygges ei ny luke. Ei ny luke er også gunstig for å kunne slippe tilstrekkelig vann om våren for å sikre smoltutvandringen fra Mannflåvannet. Om vinteren (1. oktober til 30. april) er det foreslått en minstevannføring på 4 m³/s.

Søknaden med det nye forslaget er under behandling hos NVE. Flere av høringspartnerne til den opprinnelige søknaden har foreslått høyere minstevannføringer enn det nye forslaget fra AEP. Det framstår således som overveiende sannsynlig at vannføringen på strekningen vil bli økt ut over dagens avtalte vintervannføring på 1,5 m³/s og sommervannføring på 3 m³/s.

Strekningen ble på slutten av 1970-tallet utformet med tanke på å opprettholde vannflater med den opprinnelige konsesjonsbestemte minstevannføringen på 0,25 m³/s. Dette ble oppnådd gjennom å bygge i alt 12 terskler på strekningen. Laksebestanden var utryddet på grunn av forsuring og det ble primært tatt estetiske hensyn ved utforming av strekningen. Det er også opplyst at deler av elvestrekningen ble flatet ut ved at store steiner ble fjernet. Nå er laksebestanden reetablert og vassdraget fullkalkes, men strekningen Mannflåvannet til Laudal framstår fortsatt som lite egnet for fiskeproduksjon og er dokumentert problematisk for oppvandring av laks (Thorstad & Heggberget 1997; Thorstad & Hårsaker 1998), selv om det er gjort tiltak for å bedre oppvandringen. Uavhengig av hvor mye høyere vannføringen på strekningen blir, er det derfor nødvendig å gjøre endringer på den fysiske utformingen av strekningen. Med økt vannføring både vinter og sommer, og justeringer av geometrien på strekningen, kan den bli både et viktig produksjonsområde for fisk (gyting og oppvekst), et område egnet for sportsfiske, og bidra til raskere oppvandring forbi Mannflåvannet til de viktige produksjonsområdene oppstrøms. Det er anslått at strekningen før regulering hadde mellom 25 og 35 % av total smoltproduksjon i Mandalselva, mens potensialet i dag etter regulering og med dagens vannføringsforhold utgjør ca 15 % av dagens potensial for fiskeproduksjon i Mandalselva (Ugedal mfl. 2006).

Forskningsprosjektet EnviDORR, "mer laks og mer kraft" finansiert av Norges forskingsråd, forvaltningsmyndigheter og kraftbransjen, har en betydelig aktivitet i Mandalselva, som er demovassdrag i prosjektet. Prosjektet er nå inne i sin mest intense periode og skal avsluttes i 2012. Problemstillinger knyttet til fysiske tiltak og endret vannføringsregime er sentralt i prosjektet, og minstevannføringsstrekningen i Mandalselva framstår som faglig svært interessant.

I samråd med miljømyndigheter og AEP har vi derfor valgt å starte arbeidet med å utforme forslag til tiltak for strekningen som sikrer både oppvandring, produksjon og fiske uten at det er fastsatt et nytt vannføringsregime. Dette gjør at vi kan utnytte bredden i kompetansen i EnviDORR i utvikling av tiltakene, og sikre data for en før og etter sammenligning. Vi mener at de endringer vi foreslår vil kunne fungere på alle sannsynlige vannføringer høyere enn dagens avtalte regime.

Befaring

For å kunne lage en første prinsippsskisse for tiltak ble det 25. og 26. mai 2009 gjennomført en bredt anlagt befaring av strekningen som inkluderte innsamling av grunnlagsdata. Deltagere og deres kompetanse og bidrag var som følger:

Personer	Institusjon	Kompetanse/bidrag
Bjørgulf Foss Sigurd Haraldstad (dag 1)	Grunneierlag	Lokalkunnskap Kunnskap om strekning før reg.
Roy Langåker Ørnulf Haraldstad (dag 1)	DN FM	Forvaltning
Svein Haugland Tor Åmdal Aleksander Andersen	AEP	Regulant Luke og praktisk gjennomføring
Hans-Petter Fjeldstad Knut Alfredsen	NTNU/EnviDORR	Hydrologi og vassdragshydraulikk
Bjørn Barlaup Sven Erik Gabrielsen	LFI-UNIFOB/EnviDORR	Gyting og habitatforhold
Eva Thorstad Torbjørn Forseth	NINA/EnviDORR	Vandring Fiskeproduksjon

Befaringen hadde følgende formål:

- Å skissere prinsippene for en kostnadseffektiv løsning for ei ny luke i Dam Mannflå som er egnet til å sikre utvandring av smolt og vinterstøinger og oppvandring av voksen fisk.
- Å beskrive tilgjengeligheten av gyteområder på strekningen, både områder som er i bruk og områder med substrat egnet for gyting som kan tas i bruk ved andre vannføringsforhold. Tilstrekkelig store gyteområder og spredning av disse på strekningen er essensielt for en vellykket fiskeproduksjon.
- Å vurdere i hvor stor grad det opprinnelige elveleiet fortsatt finnes i de store terskelbassengene og om det er nødvendig å utforme en ny "elv-i-elva" ved tiltak.
- Å beskrive tilgjengeligheten av skjulpasser for laks- og aureunger i ulike deler av strekningen med vekt på situasjonen i de store terskelbassengene. God skjultilgang spredt utover hele strekningen er viktig for områdets produksjonskapasitet for smolt.
- Å vurdere hvilke terskler som kan og bør fjernes eller senkes for å bidra til å bedre habitatkvaliteten og lette oppvandringen. Fjerning av terskler vil redusere vanddekt areal, men verdien av det tapte arealet veies opp mot bedre forhold for oppvandring.
- Å vurdere den hydrauliske og hydrologiske effekten av fjerning eller modifikasjon av terskler, og foreslå eventuelle ytterligere habitatforbedrende tiltak på strekningen.
- Å diskutere mulige løsninger som sikrer at fisken går inn i minstevannføringsstrekningen ved utløpet av Laudal kraftverk.
- Å skissere et undersøkelsesprogram som dokumenterer effekten av både fysiske tiltak og vannføringsendringer.

Befaringen ble gjennomført ved at strekningen mellom Dam Mannflå og Kleveland bru ble befart ved vading (NINA), svømming i tørrdrakt og dykkemaske (LFI-UNIFOB) og vandring langs land og på tersklene (NTNU og alle andre). I tillegg ble området ved utløpet av kraftverket befart. Området mellom Kleveland bru og den øverste terskelen ved kraftverksutløpet ble ikke befart. Denne strekningen går i et storsteinet og bratt juv og elvesenga er ikke endret.

Bunnssubstrat, mesohabitat (elveklasser) og dybdeforhold er tidligere kartlagt (Berger mfl. 2003) og disse kartene dannet utgangspunkt for datainnsamlingen under befaringen (se **kart 1**). Følgende data ble innsamlet:

- Gyteområder (brukte) ble registret, posisjonert, beskrevet (ca vannhastighet og dyp) og arealet ble anslått. Forekomst av gyting høsten 2008 ble verifisert ved å grave forsiktig i gytegrøpa for å se etter plommeseekyngel.
- På samme måte ble områder med gytegrus, men uten gyting, registret og sannsynlig årsak til at de ikke var brukt ble angitt.
- Alle potensielle hvilekulper ble registrert og posisjonert, og spor etter det gamle elevløpet i terskelbassenene ble skissert på kart. Tegn etter at elvebunnen var planert ble registret.
- Forekomsten av skjulplasser ble målt i 5-8 tilfeldig valgte 0,25 m² store ruter i transekter på tvers av elvesenga i de viktigste habitatklassene og spesielt hyppig i terskelbassengene.
- Terskelhøyder (høydeforskjell mellom overvann i terskel og undervann i neste terskel) ble anslått. Overvann og undervann ble målt på Dam Mannflå.

Denne rapporten er utarbeidet av deltagerne fra NINA, LFI-UNIFOB og NTNU. De andre deltagerne på befaringen svarer ikke for konklusjonene og anbefalingene.

Resultater

Resultatene er organisert etter hovedtema og de viktigste funnene vil bli gjennomgått først og deretter oppsummert i vårt forslag til en prinsippskisse for løsning. Skissen presenteres også på et kart hvor de ulike resultatene fra datainnsamlingen er inntegnet. Tersklene er nummerert ovenfra (se **kart 2**).

Gyteområder

Laksen tilgang på gyteområder er i utgangspunktet begrenset til områder med egnet grus-sammensetning, vannhastighet og vanddyp. For grovt substrat (stor stein og blokk) eller for finkornet substrat (sand, silt, mudder) kan ikke benyttes til gyting. Dette fører til at gyteområdene ofte får en naturlig spredning bestemt av tilgangen på egnede gyteforhold. På den undersøkte strekningen ble det totalt påvist 16 ulike områder hvor fisken hadde gytt. Gyteområdene ble funnet spredt langs hele strekningen (se **kart 2**). I størrelse varierte det enkelte gyteområde fra noen få kvadratmeter til 120 m² (**tabell 1**). Det totale arealet av de 16 gyteområdene ble anslått til å utgjøre ca 415 m².

Tabell 1. Oversikt over registrerte gyteområder (lokalitetene er vist med nummer i **kart 2**). Tabellen viser både realiserte gyteområder hvor det ble funnet gyting og urealiserte områder hvor substratet ble vurdert som egnet for gyting men hvor fisken ikke hadde gytt.

Lokalitet nr.	Areal	Vanddyb (m)	Vannhastighet	Realisert/urealisert	Kommentar lokalisering
1	10	1,5-2	Normal	Realisert	Terskelbasseng
2	30	1,5-2,5	Sakteflytende	Realisert	Sakteflytende terskelbasseng
3	120	0,7-1,5	Normal	Realisert	Tilknyttet drag ut av terskelkrone
4	8	0,8-1,2	Sakteflytende	Realisert	Tilknyttet drag ut av terskelkrone
5	6	0,5-1	Sakteflytende	Realisert	Grus nedstrøms terskelkrone
6	40	0,5-1	Sakteflytende	Urealisert	Grus nedstrøms terskelkrone
7	4	0,5-1	Sakteflytende	Realisert	Tilknyttet drag ut av terskelkrone
8	150	0,5-1,5	Sakteflytende	Urealisert	Utløp naturlig høl
9	150	0,5-1,5	Sakteflytende	Urealisert	Utløp naturlig høl
10	45	0,5-1,5	Sakteflytende	Realisert	Utløp naturlig høl
11	45	0,5-1,5	Sakteflytende	Realisert	Utløp naturlig høl
12	9	0,5-1,0	Normal	Realisert	Tilknyttet drag ut av terskelkrone
13	75	0,1,-0,4	Normal	Urealisert	Grus nedstrøms terskelkrone
14	400	> 1,5	Sakteflytende	Urealisert	Sakteflytende terskelbasseng
15	400	> 1,5	Sakteflytende	Urealisert	Sakteflytende terskelbasseng
16	12	0,5-1,5	Normal	Urealisert	Tilknyttet drag ut av terskelkrone
17	6	0,5-1,5	Sakteflytende	Realisert	Tilknyttet drag ut av terskelkrone
18	4	0,7-0,9	Sakteflytende	Realisert	Sakteflytende terskelbasseng
19	50	1-1,5	Normal	Realisert	Tilknyttet drag ut av terskelkrone
20	60	0,1-0,4	Normal	Realisert	Grus nedstrøms terskelkrone
21	3	0,5-1	Normal	Realisert	Tilknyttet drag ut av terskelkrone
22	30	0,1-0,4	Normal	Urealisert	Grus nedstrøms terskelkrone
23	50	> 2	Sakteflytende	Urealisert	Sakteflytende terskelbasseng
24	30	> 2	Sakteflytende	Urealisert	Sakteflytende terskelbasseng
25	10	0,4-0,8	Normal	Realisert	Terskelbasseng
26	4		Normal	Realisert	Terskelbasseng

De fleste av de realiserte gyteområdene ble funnet i tilknytning til terskelkronene. Nesten halvparten (7 stk.) ble funnet rett oppstrøms tersklene på steder hvor vannstrømmen var konsentrert gjennom en forsenkning i terskelkronen. Strøm- og bunnforholdene på flere av disse stedene var likt det en finner på typiske gyteområder for laks, det vil si akselererende vannstrøm, moderat vanddyb og egnet gytegrus. Funn av mange gytegroper tydet på at det hadde vært stor konkurranse blant gytefisk som benyttet disse områdene. To gyteområder ble funnet i grus som lå rett nedstrøms terskelkronene. I tillegg ble det funnet fem gyteområder inne i terskelbassengene. Sammenliknet med et typisk gyteområde for laks, avvek flere av gyteområdene i terskelbassengene ved at de ble funnet på relativt dypt og i sakteflytende vann. To gyteområder ble funnet ved utløpet av en naturlig høl hvor vannspeilet ikke var påvirket av terskelbygging.

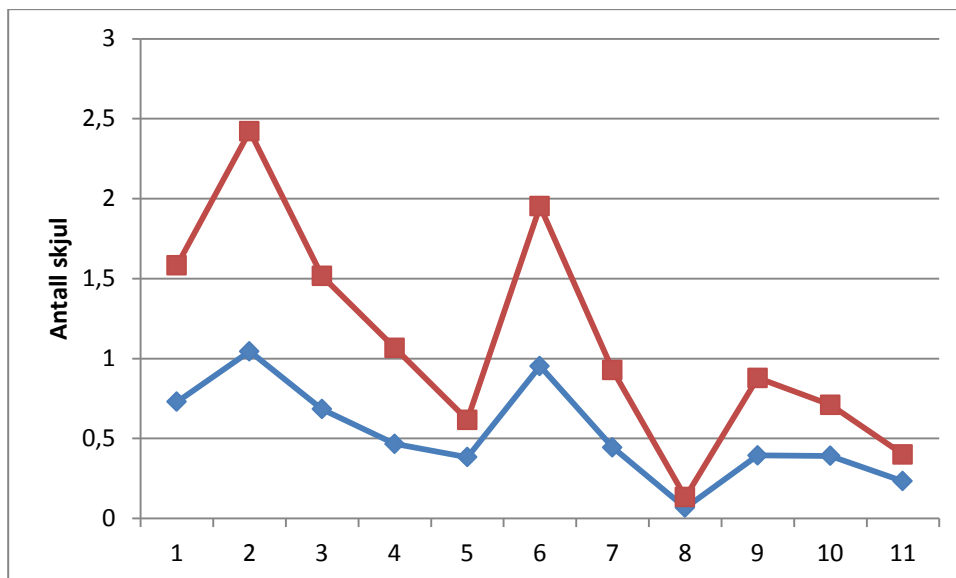
Utover gyteområder som var tatt i bruk (realisert) ble det også registrert områder med substrat egnet for gyting men hvor fisken ikke hadde gytt (urealisert gyteområde; **tabell 1**). Grunnen til at disse områdene ikke var tatt i bruk var høyst sannsynlig for lav vannhastighet eller for stort vanddyb. Det ble funnet 10 slike urealiserte gyteområder på strekningen med et totalt areal anslått til å være i overkant av 1300 m². De største arealene ble funnet i terskelbassengene og var trolig en naturlig del av den opprinnelige elvesenga før tersklene ble bygget. Ved en eventuell riving av terskler vil disse områdene høyst sannsynlig få gode forhold for gyting (dvs. økt vannhastighet og redusert vanddyb). I dagens situasjon er arealet av urealiserte gyteområder (ca 1300 m²) flere ganger større enn arealet av gyteområdene som er tatt i bruk (ca 415 m²). Inntrykket fra befaringen er at tiltak som vil gi fisken tilgang på flere av de urealiserte gyteområder vil være et viktig virkemiddel for å øke rekrutteringen til laksebestanden på strekningen.

Skjul for laksunger

Det generelle bildet var at det var mest skjul tilgjengelig for laks- og aureunger i øvre del av strekningen og at skjulmengden avtok relativt jevnt (**figur 1**). Det ble ikke målt skjul i den øverste strekningen mellom Dam Mannflå og første terskelbasseng. Her består imidlertid substratet av relativt store steiner og skjultilgangen er god. I de nedre delene var det bare ett område som hadde avvikende høye skjulmengder. Disse ble registrert på et transekt øverst i det store terskelbassenget ved Kleveland (terskel 4), ca 20 m nedstrøms terskelkrone, hvor det var et lite område med bra med skjul.

Ut fra skjultilgangen er det strekningen fra Dam Mannflå og til like nedstrøms Storøy (terskel 3) som framstår som områder hvor det er spesielt viktig å opprettholde vanddekt areal for å sikre oppvekstområder for laks- og aureunger. Dersom det etableres et gyteområde rett oppstrøms Dam Mannflå (se nedenfor) kan dette, sammen med gyteområdene på strekningen, trolig rekruttere de gode oppvekstområdene i dette området.

I terskelbassengene nedstrøms Storøy er det lite skjulmuligheter, men flere realiserte og potensielle områder for gyting. Fisk som klekker i dette området kan enten vandre oppstrøms for å finne oppvekstområder, eller vandre nedstrøms Kleveland bru hvor det er store oppvekstområder (storsteinet med mye skjul) som trolig er lite brukt i dag.



Figur 1. Forekomst av skjul i ulike områder (1-11) i nedstrøms retning fra første terskelbasseng nedenfor Dam Mannflå og ned til Kleveland bru. Se **kart 2** for utbredelse av de ulike områdene. Skjul er uttrykt som gjennomsnittlig skjulmengde av alle målingene innenfor hvert område (blå linje) og som gjennomsnittlig veid (etter skjulenes størrelse) skjulmengde (rød linje).

Kulper og elveseng

Hovedinntrykket av bunnforholdene på strekningen er at de ikke har endret seg mye fra forholdene slik de var før byggingen av tersklene. Hovedårsaken til dette er trolig forekomsten av større flommer som motvirker betydelig sedimentering i terskelbassengene. Det er derfor den opprinnelige elvesenga med grus, stein og blokk som dominerer og det er relativt få sammenhengende flater med sedimentert sand og silt. I de mest sakteflytende terskelbassengene synes likevel substratet å være "pakket" ved at sand og silt har sedimentert mellom steinene, noe som fører til reduserte skjulmuligheter for ungfisken. Dette bekreftes av skjulmålingene (se ovenfor).

På store deler av strekningen, også i terskelbassengene, er elvas opprinnelige djupål intakt. Bunnforholdene i djupålen er dominert av grus og stein. Dette gjelder selv på relativt stort dyp (ca. 2- 4 m dyp) inne i terskelbassengene, noe som igjen tyder på at større flommer motvirker sedimentering. På strekningen er det også flere større og dype kulper som er angitt på **kart 1**. Med unntak av en naturlig kulp nedstrøms Solkrona ligger samtlige av kulpene inne i terskelbasseng. Ved en eventuell fjerning av tersklene vil disse fremstå som mer tydelige kulper eller høler, og de kan utgjøre viktige hvilekulper for oppvandrende fisk.

Ny luke i Dam Mannflå

Når det bygges ei ny luke i Dam Mannflå må man ta følgende hensyn:

- Luka må fungere som utvandningsvei for smolt og vinterstøinger.
- Luka må ikke etablere et nytt vandringshinder eller være et nytt vandringforsinkende element.

I tillegg er det naturlig å vurdere forholdet mellom kapasitet og kostnad. Ei stor luke er mer kostbar enn ei mindre, og kapasiteten er avhengig av undervannets høyde.

Ut fra å sikre nedvandring av smolt og vinterstøinger er overflateavløp eneste løsning. Luketyper med åpning i bunnen er lite egnet fordi de forutsetter at fisken må dykke, noe som undersøkelser viser at laksefisk er lite villig til. Eksisterende luke i dammen (på østre side ved bredden) er en klappeluke og vi forslår at denne lukeformen brukes i den nye luka. Dagens luke fungerer som oppvandringvei og det er ingen grunn til å erstatte denne. Vi foreslår at den nye luka bygges lengre ut (mot midten) på dammen.

Vi vet fra videoobservasjoner at voksen fisken vandrer opp gjennom klappluka (Lura mfl. 2006, 2007). I årene 2005 og 2006 gikk henholdsvis 87 og 92 % av fisken gjennom luka, og resten i fisketrappa som ligger midt i dammen. I 2005 var det en tendens til at det gikk flere fisk i trappa ved høye vannføringer og store vannslipp (Lura mfl. 2006), mens en slik trend ikke ble rapportert i 2006 (Lura mfl. 2007). I de siste års forsøk med vannslipp (2007 og 2008, J.M. Gilje upubliserte data) ble trappa ikke overvåket. Vi vet derfor ikke hvor godt trappa fungerer på ulike vannføringer. Laksetrapp er generelt dimensjonert for relativt lave vannføringer, noe som i seg selv gjør det vanskelig for fisken å finne inngangen og således forsinkes oppvandringen. Vi anbefaler derfor at man i utgangspunktet planlegger for at oppvandringen skal kunne skje gjennom lukene, der alt vannet skal gå, enten gjennom eksisterende eller ny luke. Denne strategien har etter det vi vet ikke vært prøvd tidligere, men fordi dammen er lav og erfaringer fra overvåkingen (video) viser at fisken kan gå gjennom dagens luke, tror vi det er riktig i første omgang å teste denne strategien. Dagens trapp bør beholdes for å bidra til oppvandring på så mange vannføringer som mulig.

Oppvandring av laks og aureunger fra nedstrøms elvestrekning til produksjonsområdene i Mannflåvannet ble diskutert, men det ble konkludert at dette ikke var et moment som det er nødvendig å vektlegge. De viktige produksjonsområdene for laks ligger i øvre del av vannet (der det er store grunnområder langs land) og disse områdene rekrutteres trolig fra de store gyte- og oppvekstområdene i elva oppstrøms.

Nedstrøms dagens luke er undervannet hevet gjennom bygging av en terskellignende struktur. Forskjell mellom overvann (kote 68,80; ved vintervannstand) og undervann (kote 67,50) var ved befaringstidspunktet (som i oppvandringsperioden) på 1,30 m. Under resten av dammen ligger undervannet 0,6 m lavere (ca kote 66,90) slik at høydeforskjellen blir 1,90 m. Ut fra kostnadshensyn er det en fordel at den terskellignende strukturen fjernes slik at det bli ett undervann på kote 66,90, men her må funksjonen til den gamle luka som vandringsvei vurderes. Fordi det er dokumentert at fisk kan vandre denne luka, forslår vi at den nye luka får en tilvarende hoppehøyde (ca 0,5 m). Det bør være dypere enn 2 m i kulpen under lukene der fisken skal passere. Eksisterende trapp bør beholdes. Oppvandringen over dammen bør kartlegges etter bygging. Det er fullt mulig å gjøre tilpassinger, ved for eksempel å justere undervannet eller øke kulpdybden.

Konklusjon: Bygg en ny klappluke utenfor eksisterende, evaluer oppvandring og juster eventuelt høyden på undervannet dersom fisken ikke enkelt vandrer gjennom lukene.

Mulig løsning ved utløpet av Laudal kraftverk?

Fordi det i de fleste situasjoner, både nå og i framtida, vil gå mye mer vann i utløpet av Laudal kraftverk enn i minstevannføringsstrekningen vil fisk alltid forsinkes ved utløpet. Dette er et fenomen i mange regulerte laksevasdrag. Både manøvreringstiltak (slik det gjøres i dag) og fysiske tiltak kan redusere forsinkelsen.

Utfordringen ved utløpet av Laudal kraftverk er, i tillegg til fordeling av vann, at minstevannføringsløpet ender i en nesten stille strekning ned til utløpet. Fisken har således ingen klare vannstrømmer med høye vannhastigheter som hjelper den å finne minstevannføringsløpet. Den siste delen av fallet tas ut i en terskel ca 225 oppstrøms utløpet. Nedstrøms terskelen har sidevasdraget Lågåna utløp via en tunnel under riksveien. Dette medfører at en eventuell flyt-

ting av terskelen kan være problematisk på grunn av dette vil skape høyere vannivå, oppstuing i tunnelen og fare for oversvømming i det flate området oppstrøms tunnelinntaket, der det er et byggefelt.

Det ble diskutert flere løsninger, og på kort sikt framstår en løsning som kombinerer lav kjøring av kraftverket med høy tapping gjennom minstevassføringsstrekningen som mest aktuelt. Konstruksjon av en ledevegg som konsentrerer restvannføringen langs berget oppstrøms utløpet ble diskutert, men en slik løsning krever bedre data for å kunne vurdere effekten både i utløpsområdet og med tanke på oppstuvning i flomsituasjoner. Ledevæggen bør starte oppstrøms utløpet av Lågåna. Det ble imidlertid konkludert at dette problemet ikke lar seg løse på en god måte uten mer kunnskap, og at man bør ta opp denne problemstillingen i full bredde på nytt når slik kunnskap foreligger, etter at de andre fysiske endringene er gjennomført og når et nytt vannføringsregime er innført. I mellomtiden bør imidlertid en deflektorløsning utredes videre.

Prinsippskisse for fysiske tiltak

Fordi øvre del av strekningen har gode skjulmuligheter for laks- og aureunger foreslår vi å prioritere å opprettholde vanddekt areal i denne delen. Dette hensynet må imidlertid avveies mot behovet for rask oppvandring og tilstrekkelige vannhastigheter i realiserte og potensielle gyteområder. Vi foreslår derfor primært å senke eller utvide terskelåpninger på denne strekningen:

Terskel 1:

Terskelkrona senkes ca 0,5 m på østre side der hovedløpet går i dag. Dette vil redusere vanddekt areal noe oppstrøms (senke vannspeilet), men være gunstig i forhold til gyteområdene som ligger ved terskelkrona og 20-30 m oppstrøms. Substratet i terskelbassenget er egnet for oppvekst, og noe høyere vannhastigheter i deler av bassenget vil trolig bedre oppvekstområdene.

Konklusjon: Terskelkrona senkes ytterligere ca 0,5 m.

Terskel 2 – Solkrona:

Området er allerede restaurert ved at hovedløpet er flyttet til østre side, slik det er oppgitt å være opprinnelig. Restaureringen var planlagt primært for gjeldende minstevannføring, men det skal bare små endringer til for at området skal fungere også på høyere vannføringer. Vandringsruten gjennom løpet på høyre side (nedsenket del av terskelkrona) er til dels preget av ubrukt overflate og homogen strøm. På dagtid med fint vær er det mulig at denne passasjen vil være lite attraktiv for oppvandrende fisk. I terskelbassenget er det gravd ut en kanal og utlagt store steiner som fører fisken opp i en flott hvilekulp. Det var ingen realiserte eller potensielle gyteområder mellom terskel 1 og 2, men gode skjulområder (vurdert, ikke målt). En utvidelse av nedsenkingen i bredde og mulig noe i dybde (inntil 0,5 m) kan lette oppvandringen og gi noe større vannhastigheter i terskelbassenget.

Vestre sideløp nedstrøms terskelen er også viktig. Det er godt med skjul i området samt et realisert og to potensielle gyteområder. Siden det er relativt få og små gyteområder i øvre del av strekningen er det viktig å sikre gyting i dette sideløpet. Løpet har i dag vanntilførsel (ca 0,5 m³/s) via et rør som er ført gjennom terskelkrona. Vi foreslår å øke vannmengden til dette sideløpet til 1 m³/s slik at vannhastighetene økes og de potensielle gyteområdene tas i bruk. Det finnes to mindre terskler i dette sideløpet (tersklene 2 B og C) og vi forslår at disse fjernes, fordi de ikke har noen klar funksjon på høyere vannføringer og bidrar til lave vannhastigheter som hindrer gyting.

Fordi det i dette området bør inngås kompromisser mellom vandringsmuligheter, vanddekt areal og vannhastigheter, og fordeling av vann mellom løpene, er det ikke opplagt hvordan man bør endre området. Det eksisterer imidlertid en hydraulisk modell for området, og vi vil teste ut ulike løsninger modellmessig før det konkluderes.

Konklusjon: Tiltak utredes videre ved hjelp av modellering før endelig konklusjon.

I resten av strekningen (til Kleveland bru) er skjultilgangen relativt dårlig og prioriteten bør være på gyting, oppvandring og fiske:

Tersklene 3-8:

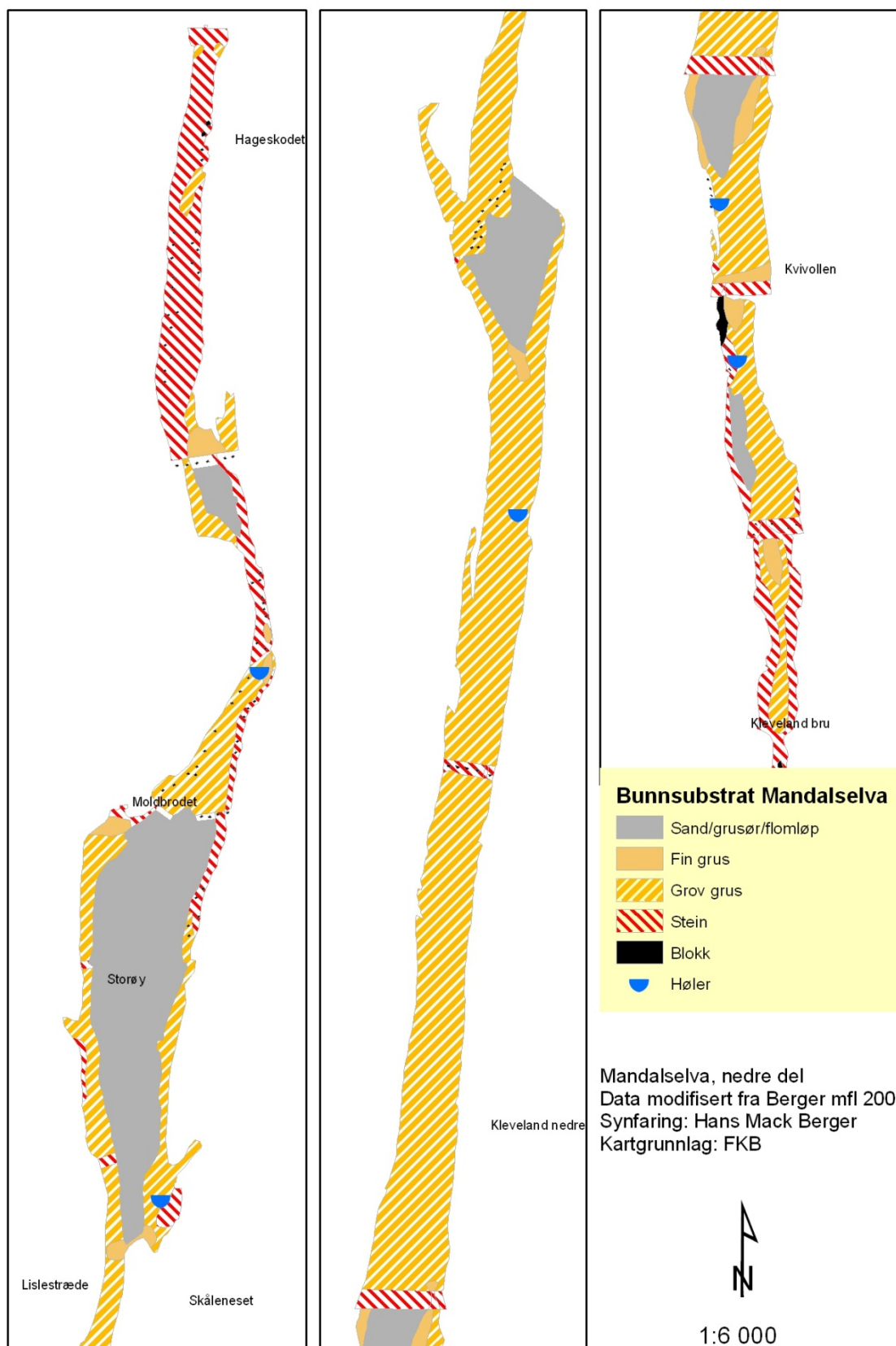
Fordi vi, med unntak av i terskelbasseng 5, fant tydelige spor av det gamle elveleiet med kulper og renner, er vår anbefaling å fjerne alle tersklene. Det vanndekte areal som tapes har lite skjul, mens de store potensielle gyteområdene vil kunne tas i bruk. Om disse tas i bruk vil de kunne rekruttere fisk lokalt (hvor det tydelig er konkurranse om de små gyteområdene), og til de store oppvekstområdene nedstrøms Kleveland bru (der det trolig er lite gyting). De store terskelområdene kan, når tersklene fjernes, således bli et svært viktig gyteområde i Mandalselva. Det er også flere standplasser for laks i området, med flere relativt dype høler. Området bør således også kunne bli et fint fiskeområde.

Terskelbasseng 5 (oppstrøms terskel 5) er det flateste med minst tydelige rester av det gamle elveløpet. Det er vanskelig å forutsi hvordan et nytt elveløp vil bli her, og vi anbefaler at man eventuelt justerer løpet etter at tersklene er fjernet, både i forhold estetikk, oppvandring og fiske. Alle tersklene, med unntak av den nederste (terskel nr 8) ved Kleveland bru, er løsmasse-teriskler som bør være relativt enkle å fjerne. Steinene kan i høy grad legges tilbake i elveleiet for å bidra til skjulplasser for både ungfisk og voksen fisk og til hydraulisk variasjon.

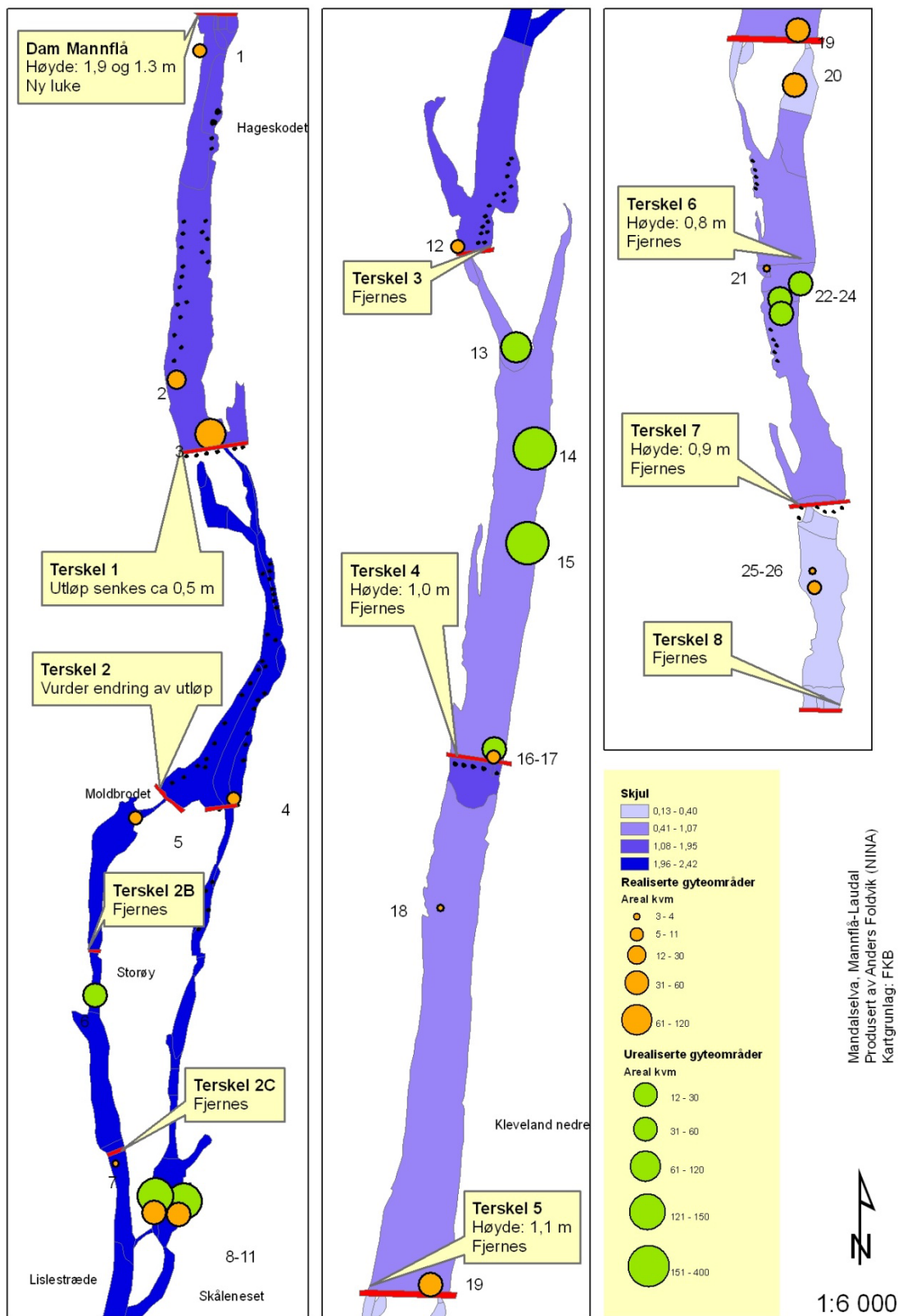
Konklusjon: Alle tersklene fjernes, og eventuelle justering av geometrien gjennomføres etterpå.

Oppstrøms Dam Mannflå

Når vannføringen øker vil det potensielt kunne oppstå et område for gyting på utløpet av Mannflåvannet rett oppstrøms dammen. Her vil det bli et område med akselererende vannhastighet. Etter vår vurdering har dette trolig vært et viktig gyteområde før regulering. Snorkling i område viste at det fortsatt finnes steinfraksjoner av rett størrelse, men disse er i høy grad nedauret. Vi foreslår derfor at det, som et forsøk, legges ut gyttegrus i dette området og overvåke om fisken tar området i bruk til gyting. Arbeidet kan enten gjøre i forbindelse med bygging av den nye luka eller etterpå når vi kjenner strømningsforholdene. Uansett bør tiltaket evalueres når det nye vannføringsregimet er på plass.



Kart 1 Bunns substrat og høler i Mandalselva fra Dam Mannflå til Kleveland bru.



Kart 2. Skjul, gyteområder og terskler i Mandalselva fra Dam Mannflå til Kleveland. For de fleste tersklene er det angitt terskelhøyde og foreslåtte tiltak er angitt stikkordsmessig. Gyteområdene er nummerert og nærmere beskrivelse er gitt i **tabell 1**.

Referanser

- Berger, H.M., Lund, R.A. & Skagen, S. 2003. Bonitering av Mandalsvassdraget fra Kavfossen til Laudal. Rapport fra NINA og Statens Kartverk i Vest-Agder. 8 s. + vedleggskart.
- Lura, H., Sætre, L.J. & Gilje, J.M. 2006. Oppvandring av fisk fra Laudal til Mannflåvannet i 2005. Ambio Miljørådgiving, Rapport 25117-1, 38 s.
- Lura, H., Sætre, L.J., Gilje, J.M. & Arifagic, J. 2007. Oppvandring av fisk fra Laudal til Mannflåvannet i 2006. Ambio Miljørådgiving, Rapport 25119-1, 31 s.
- Thorstad, E.B. & Heggberget, T.G. 1997. Oppvandring hos radiomerket laks og sjørret i Mandalsvassdraget i forhold til minstevannføring, terskler og kalking. - NINA Oppdragsmelding 470: 1-41.
- Thorstad, E.B. & Hårsaker, K. 1998. Vandring hos radiomerket laks i Mandalselva i forhold til minstevannføring, lokkeflommer, terskler og kalking - videreføring av tidligere undersøkelser. - NINA Oppdragsmelding 541: 1-31.
- Ugedal, O., Larsen, B.M., Forseth, T. & Johnsen, B.O. 2006. Produksjonspotensial for laks i Mandalselva og vurdering av tap som følge av kraftutbygging. NINA Rapport 146, 46 s.

Vedlegg 2. Notat fra befaring strekning 5, September 2006. Utarbeidet av Forseth, Ugedal & Fjeldstad.

Tiltak på strekningen Bjelland-Kavfossen – konklusjoner fra befaring og el-fiske og prioritering av tiltak for 2006

21 september 2005 ble det gjennomført befaring av strekningen. Vannføringen var under befaringen ca 3 m³/s. Med på befaringen var Hans-Petter Fjeldstad (SINTEF & STOPP-gruppa), Ola Ugedal (NINA), Torbjørn Forseth (NINA & STOPP-gruppa), Svein Haugland (Agder Energi Produksjon) og Sigurd Haraldstad og Svenn Homme fra grunneierne. Dagen etter (22. september) ble det gjennomført tetthetsfiske (1-2 runder) med elektrisk fiskeapparat på 11 stasjoner og to mindre felter. Svenn Homme og Svein Haugland var med på el-fiske.

Foreløpige konklusjoner som raskt kan følges opp

1) Det mest akutte problemet på strekningen er for små og få gyteplasser.

2) Fra terskeldammen i Fossekilen og opp til hølen under Kavfossen/utløpet av Kosåna er restvannføringen spredt utover et stort areal. Dette vanskeliggjør oppvandringen av fisk som trolig i stor grad blir stående i de dype delene av terskeldammen. Samtidig viser el-fisket at det foregår fiskeproduksjon i de vanddekte områdene innimellom storsteinene. Området framstår som gode oppvekstarealer for laksunger, men dominans av stor stein vanskeliggjør gyting. Totaltettheten av ettårige og eldre laksunger ligger i størrelsesorden 30-40 fisk pr 100 m². I utløpet av en mindre høl i det østre løpet viste befaringen og el-fisket at det var et relativt lite gyteområde. Det er sannsynlig at dette er det viktigste rekrutteringsområde på strekningen fra Kavfossen og til terskelen på Sundet. Tettheten av årsyngel nær gyteområdet var på ca 60 fisk pr 100 m². Ovenfor og nedenfor var tetthetene lavere (16-24 fisk pr 100 m²). Det vestre løpet har en god del av vannføringen (opp mot 20 %) men fisken vandrer det østre løpet. Arealmessig utgjør det vestre løpet relativt lite, og nedre del har relativt dårlig substrat for laksunger.

Forslag til tiltak: "Avstenging" av det vestre løpet vha en steinmur (naturlig stein samlet i elveløpet) på skrått nedover fra omlag berget nedenfor hølen ved i Kråkebakken. Utlegging av gytegrus nedenfor hølen i det østre løpet og eventuelt på uløpet av hølen ved Kråkebakken.

Forventet effekt: Letter oppvandringen av fisk samtidig som mye av det store produksjonsarealet opprettholdes. Forslaget er et kompromiss mellom ønske om å bevare produksjonsområder og bedre oppvandringmulighetene. Mer vann i østre løp vil lette oppgangen. Bedring av kvalitet og størrelse på gyteområdene vil sikre rekrutteringen og bidra til at produksjonskapasiteten i området utnyttes.

3) Laksungene fra hele området nedenfor Terskelen ved Sundet og til utløpet av kraftstasjonen på Bjelland ser ut til i hovedsak å være rekruttert fra et lite gyteområde i det midtre løpet ved Sundet. Den nederste strekning fra utløpet kan også motta fisk rekruttert fra de gode gyteområdene ved Bjelland. Gyteområdet ved Sundet hadde tettheter av årsyngel på 30 fisk pr 100 m². Stasjonen undersøkes årlig som en del av effektoppfølgingen av kalkingen i vassdraget (DN Notat 2004-2) og tettheten av årsyngel har i de siste år vært til dels betydelig høyere enn det vi fant. Det var relativt få eldre laksunger på de to stasjonene i området (7 og 21 fisk pr 100 m²). Det ble også funnet ettårige (mest sannsynlig) laksunger på en stasjon i terskelbassenget (15 fisk pr 100 m²) og dette viser, sammen med resultatene fra el fiske i nordre og søndre del av Fossekilen (3-12 laksunger pr 100 m²), at laksunger i noen grad også bruker terskelbassengene til oppvekst. Substratet er med små unntak finkornet (sand og silt, spesielt i Fossekilen) og områdene er trolig dårlig egnet for større laksunger. Alle de tre løpene rundt øyene ved Sundet har gode oppvekstområder for laksunger og området framstår ikke som spesielt vanskelig å passere for voksen laks.

Tettheten av årsyngel på tre stasjoner mellom kraftverksutløpet og Laksekjerfossen var mellom 7 og 11 fisk pr 100 m², mens det var 10-37 eldre laksunger fisk pr 100 m². Området er godt egnet for laksunger og tettheten av eldre laksunger burde vært høyere enn det vi fant. Lave tettheter av årsyngel, lavere tetthet av eldre laksunger enn forventet samt mangel på egnet gyte substrat i området viser at det først og fremst er mangel på gyteplasser og rekrutteringen som begrenser fiskeproduksjonen i området. Utløpet av hølen under Laksekjerfossen har en utforming og vannhastigheter som tilsier at området er egnet for gyting. Substratet er imidlertid for grovt til at det er forventet annet enn enkeltgytinger mellom steiner med dårlig suksess.

Forslag til tiltak: Utlegging av gytegrus på tre områder i prioritert rekkefølge: a) Utløpet av hølen under Laksekjerfossen, b) utløpet av den lille hølen i midtløpet ved Sundet (der det i dag er et lite gyteområde) og c) vestre utløp av hovedhølen ved Sundet.

Forventet effekt: Fullrekruttering og utnyttelse av produksjonskapasiteten i hele området fra Sundsfossen til utløpet av kraftverket ved Bjelland.

Andre forhold for ytterligere utredning

Det er sannsynlig at utløpet av kraftstasjonen og begge tersklene forsinker laksen og bidrar til å redusere områdets verdi som fiskeområde. Tersklene er også barrierer for oppstrøms forflytning av ungfisk.

Utløpet av kraftstasjonen på Bjelland ble befart. Fordi utløpet er uten gitter er det sannsynlig at oppvandrende laks kan gå inn i tunnelen og således forsinkes i den videre oppvandring i minstevannføringsstrekningen. Vi har ikke kunnskap om hvor langt fisk kan gå inn. Det er laget slisser som trolig er egnet for et gitter. Gitter gir falltap, men en tilpasset og større lysåpning kan minimalisere tapet. Informasjon om nødvendig lysåpning vil bli innhentet.

Terskelen ved Laksekjerfossen har en 7 kulpers støpt laksetrapp. Trappa framstår ikke som godt utformet da utløpet av siste trappekulp ender i utløpet av hølen under terskelen i et relativt grunt område, og med en stein som sprer vannstrømmen. Eventuelle tiltak må vurderes i forhold til verdien av og funksjonen til terskelen. Den siste kulpen kan imidlertid fjernes slik at utgangen av trappa kommer lengre opp i hølen der fisken står. Det oppgis at fisk står og hopper opp mot treluka (i midten av terskelen) hvor det meste av vannet kommer fra ved normalt lave vannføringer.

Terskelen ved Sundet har en 4 kulpers støpt laksetrapp. Også her er utløpet av trappa plassert nede ved utløpet av kulpen under terskelen. Det oppgis at fisk står og hopper opp mot betongkrona, og dette ble observert under befaringen. Eventuelle tiltak må vurderes i forhold til verdien av og funksjonen til terskelen. Den siste kulpen kan fjernes for å bedre trappas funksjon.

Tersklene er bygd av estetiske årsaker i en periode da det ikke var laks i vassdraget. I dag framstår de i høy grad som vandringsforsinkende for laks og sjørret. De to terskelbassengene har samlet store vandrende areal som utgjør en stor andel av totalarealet på strekningen. Både tetthetene av ungfisk, boniteringen av strekningen og befaringen tilsier imidlertid at de betyr mye mindre for produksjonen enn det deres arealandel skulle tilsi. Sundskilen er gjennomgående grunn og har trolig få standplasser for gytelaks. Nedre halvdel av Fosskilen har imidlertid dypere områder egnet som standplasser for laks. Det ble observert laks der under befaringen. Dersom fjerning eller senking av tersklene er et akseptabelt tiltak lokalt bør konsekvensene av dette utredes ved modellering eller utprøves.



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: 978-82-426-2424-6

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